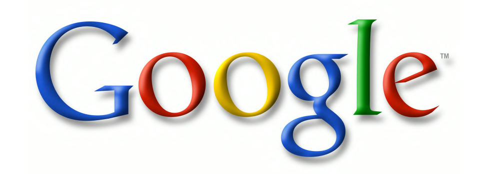
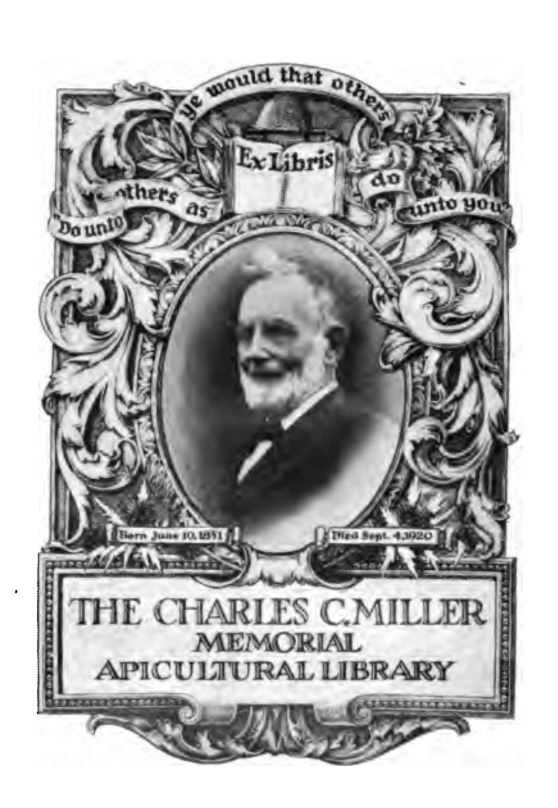



UNIVERSITY OF WISCONSIN
LIBRARY


'T HEIL CHRISTI FUNDAMENT
Uit de boekenkast van Dr. H.C. Funke


Do unto others as ye would that others do unto you
Ex Libris
Born June 10, 1831
Died Sept. 4, 1920
THE CHARLES C. MILLER
MEMORIAL
APICULTURAL LIBRARY

Leben und Wesen der Bienen

H. C. Funke.

Leben und Wesen der Bienen

Von

Prof. Dr. H. v. Buttel-Reepen

Mit 60 Abbildungen und einer Tabelle



BRAUNSCHWEIG
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN
1915

VORWORT.

Der Text dieser Arbeit lag bereits fertig gedruckt vor, als der Krieg ausbrach. Wann nun die Ausgabe erfolgen kann, ist vorläufig nicht abzusehen. Sollten inzwischen wissenschaftliche Ergebnisse von Bedeutung zur Veröffentlichung gelangen, deren Kenntnisnahme zur Vervollständigung des Inhalts der nachstehenden Darlegungen notwendig oder wünschenswert erscheint, so werden sie in kurzen Hinweisen diesem Vorwort angefügt werden. Im allgemeinen sind wir aber bezüglich der Biologie der Honigbiene zu einem gewissen Abschluß gelangt, wenngleich noch manche Einzelfragen weiterer Erledigung harren. Der starke Fluß der Geschehnisse auf dem hier in Betracht kommenden Gebiet, wie er sich in den letzten 10 bis 15 Jahren zeigte und der die Herausgabe dieses Buches zum Teil verzögerte, löst sich jetzt in einzelne kleinere Verzweigungen auf, die sich in noch unerforschte Gebiete verlieren, in denen wohl noch Ergänzungen und Bestätigungen, aber keine grundlegenden Veränderungen zu erwarten sind.

Es dürfte wohl richtig sein, daß in manchen Kreisen bis in die jüngste Zeit hinein eine gewisse Unsicherheit bezüglich der allgemeinen Biologie der Honigbiene herrschte. Der Naturwissenschaftler sah sich, von Einzelfragen abgesehen, in der Hauptsache auf die Imkerliteratur verwiesen, die aber im wesentlichen nur die reine Praxis behandelt und dort, wo sie über dieses Gebiet hinausgelangt, recht Unsicheres bietet, zumal sie ohne Quellennachweise zu arbeiten pflegt.

Ob die nachstehenden Darlegungen hier nunmehr, neben der Zanderschen eine völlig andere Ausgestaltung zeigenden Arbeit (1913), eine genügende Grundlage gewähren, wage ich nicht zu entscheiden, da mir natürlich am besten bewußt ist, wieviel zu wünschen übrig bleibt, zumal meine Ausführungen ursprünglich für die im gleichen Verlage erscheinende Serie wissenschaftlicher Monographien „Die Wissenschaft“ bestimmt waren, die eine starke Begrenzung des Raumes vorschreibt und demnach nicht eine alle Einzelheiten

erschöpfende Biologie und Psychobiologie gegeben werden konnte. Nichtsdestoweniger findet sich alles Wichtige herangezogen. Als die Fülle des Stoffes diese Begrenzung sprengte, war die Ausführung schon zum Teil festgelegt, so daß wesentlich erscheinende Angliederungen und Ergänzungen ihre besondere Erledigung verlangten. Ein möglichst sorgfältiges alphabetisches Register und zahlreiche Seitenverweise werden aber trotzdem eine leichte Orientierung ermöglichen.

Die anfängliche Absicht, jedem Kapitel ein Literaturverzeichnis beizugeben, mußte wegen der Fülle der Literatur (zitiert wurden etwa 550 Arbeiten), die wegen der notwendigen Wiederholungen eine zu große Raumbelastung darstellten, aufgegeben werden.

In Rücksicht auf die Dozenten, besonders auch an landwirtschaftlichen Hochschulen usw., ist das Kapitel über Wohnungen und Wabenbau etwas ausführlicher gestaltet, doch ich bemerke ausdrücklich, daß ich mich keineswegs mit dem Bienenwirtschaftlichen befasse. Hierfür existieren zahlreiche Lehrbücher der Bienenzucht, zu denen dieses Werk die notwendige Ergänzung und Führung bieten will. Der Naturfreund wie auch der Imker dürften ihr Interesse für das Leben der Bienen sich vertiefen sehen, wenn sie dem eigentlichen Wesen dieses so wunderbaren Familienstaates nähertreten und in Gebiete und biologische Verhältnisse hineinschauen, die der eigentlichen Praxis ferner liegen, die zu kennen aber vielfach auch für letztere von Wert sind nach dem Spruche v. Berlepschs: „Lernt Theorie, sonst bleibt ihr Stümper in der Praxis euer Leben lang".

Alle eingeklammerten Jahreszahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

Den Herren Verlegern bin ich für vielfaches Entgegenkommen zu größtem Dank verpflichtet.

Oldenburg i. Gr., 31. August 1914.

Buttel-Reepen.

Inhaltsverzeichnis.

Drittes Kapitel.

Polymorphismus und Morphologisches.

Viertes Kapitel.

Die Parthenogenese bei der Honigbiene.

Fünftes Kapitel.

I.

Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates. Der Einfamilienstaat.

II.

Zur Geschichtsphilosophie des Bienenstaates.

Sechstes Kapitel.

Wabenbau und Wohnungen der Honigbiene.

Siebentes Kapitel.

Biologie.

Zwölftes Kapitel.

Zur Psychologie der Bienen.

Anmerkungen.

Verzeichnis der Abbildungen.

Einleitung.

Die Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nimmt unter den Insekten in vielfacher Beziehung eine Ausnahmestellung ein und wird, hinsichtlich ihrer Nützlichkeit und den daraus entspringenden ökonomischen Werten, wohl nur von wenigen anderen Insekten übertroffen. Seit Jahrtausenden sehen wir daher das Interesse der Menschheit dem wunderbaren Staatengebilde der Honigbiene zugewandt, und der Spezialist vermag die unendliche Fülle der Literatur, die sich mit der Biene beschäftigt, kaum noch zu überschauen. Ganz außerordentlich viel von dem über die Biene Veröffentlichten gewährt dem wissenschaftlich Forschenden nur eine sehr geringe mit Vorsicht zu benutzende Ausbeute. Die schwer lösbaren Geheimnisse des Bienenvolkes haben schon sehr früh die Phantasie der Beobachter stark erregt, und da die Wissenschaft sich erst verhältnismäßig spät eingehender mit dieser Insektenkolonie beschäftigte, so war den abenteuerlichsten Hypothesen Tür und Tor geöffnet, die noch heute vielfach die Köpfe verwirren. Schon v. Siebold und Leuckart betonen die Schwierigkeit, das Richtige zur Anerkennung zu bringen und mit manchen der jetzigen Zoologen spricht daher Zander (1911), nicht mit Unrecht, vom „Spekulationswahnsinn" einiger Imker. Doch wollen wir hierbei nicht vergessen, daß uns eine Reihe von ausgezeichneten Beobachtern aus der Imkerwelt, z. B. Schirach, Riem, François Huber-Burnens, Dzierzon, v. Berlepsch, Sladen usw., sehr wertvolle Erkenntnisse vermittelt haben, die nicht immer genügend beachtet wurden. Auch v. Siebold (1856) wies auf die Befunde der Bienenzüchter als auf „höchst wichtige Aktenstücke" hin.

Auf der anderen Seite sehen wir die Honigbiene und ihr Staatsgefüge als Mittelpunkt einer ebenfalls überaus umfangreichen wissenschaftlichen Literatur. Andauernd arbeiten zahlreiche Gelehrte an

der Aufhellung der mannigfachen noch nicht entschleierten Rätsel und die Resultate ihrer Forschungen sehen wir verwertet in zahlreichen Schriften über Deszendenztheorie, Vererbungs- und Geschlechtsbestimmungsfragen. Hier spielen die biologischen und morphologisch-anatomischen Verhältnisse der staatenbildenden Insekten eine geradezu fundamentale Rolle. Wir finden das seltsame Kastenwesen der *Apis mellifica* wieder an erster Stelle in den Schriften über Tierpsychologie, und die Naturphilosophie liebt es, weitgehende Erörterungen an diese interessante Gemeinschaft anzuknüpfen, wie auch die Religionsphilosophie [ich erinnere z. B. an Max Steiner (1908)], und schließlich sucht auch der Nationalökonom und Soziologe nach Analogien und Vergleichspunkten mit dem menschlichen Staate.

So ist es begreiflich, daß der Bienenforscher durch Jahrzehnte hindurch sein ungeschwächtes Interesse diesem wunderbaren sozialen Gefüge zuwenden kann, da hier so viele Fragen von hervorragender Bedeutung zusammenklingen und ständig Probleme allgemeinster und weitfassendster Art auftauchen und den Zusammenhang mit dem großen Ganzen alles Werdens und Vergehens wahren und wach erhalten.

Fragt man nach der Ursache, warum die Wissenschaft verhältnismäßig spät an wirklich gründliche Untersuchungen des Bienenstaates herangegangen ist, trotzdem durch die Imker das Beobachtungsmaterial bis in die Großstädte hinein stets in Hülle und Fülle zu haben war, so mag einesteils die böse Stechlust der Immen manchen abgeschreckt haben und andererseits vielleicht die sehr richtige Erkenntnis, daß es mit dem Halten und Beobachten von ein oder zwei Bienenvölkern, soweit es sich um Lösung biologischer Probleme handelt, nicht getan sei. In der Tat ist es notwendig, zur möglichst vollkommenen Erkenntnis der Bienennatur, tapfer in eine eigentliche Bienenzucht hineinzuspringen, wie es schon François Huber-Burnens an der Wende des 18. Jahrhunderts gezeigt hat, um im jahrelangen Verkehr mit einer Reihe von Völkern, die verschiedenartigsten Erscheinungen auf sich wirken zu lassen und die Abweichungen der Kolonien untereinander zu studieren.

Im nachfolgenden werden wir uns nicht allein mit der Gattung *Apis* zu beschäftigen haben, sondern auch zum Teil mit der verwandten Sippschaft.

Systematik.

Im Haushalt der Natur gehört die Honigbiene an:

dem Stamme der Gliedertiere (*Arthropoden*),
dem Unterstamme der Tracheenatmer (*Tracheaten*),
der Klasse der Kerbtiere (*Insekten*),
der Ordnung der Hautflügler (*Hymenopteren*),
der Unterordnung der Stechimmen (*Aculeaten*),
der Familie der Bienen (*Apidae*),
der Unterfamilie der *Apinae*,
der Gattung *Apis*,
der Art *Apis mellifica* Linné.

Zu weiteren Unterordnungen der Hymenopteren zählt man auch die folgenden wichtigsten Familien: Die für die Vorgeschichte der Bienen interessanten Grabwespen (*Sphegidae*, *Crabronidae*), die Wegwespen (*Pompilidae*), Faltenwespen (*Vespidae*), Goldwespen (*Chrysididae*), Gallwespen (*Cynipidae*), Schlupfwespen (*Ichneumonidae*), Blattwespen (*Tenthredinidae*) u. a. m., ferner die Ameisen (*Formicidae*).

Der Familie der *Apidae* gehören ferner noch an die Hummeln (*Bombinae*) und der Unterfamilie der *Apinae* die einsam lebenden Sammelbienen (*Solitariae*), von denen gleich mehr zu sagen ist.

Die Gattung *Apis* umgreift noch weitere Spezies bzw. Unterarten, die nachstehend erwähnt werden.

Die stachellosen tropischen Bienen, die Meliponen und Trigonen, sind als eine gesonderte Familie der *Meliponidae* zu führen.

Die Bienen (*Apidae*).

Neben den sozialen Bienen (*Apis*-Arten), deren Kolonien verschiedene Kasten aufweisen, gibt es noch sehr zahlreiche Bienen (*Solitariae*), die keine Kolonien bilden. Wir kennen bis jetzt nach Friese (1909) im ganzen etwa 8000 verschiedene solitäre Bienenarten, von denen etwa 2000 auf Europa entfallen.

Deutschland	weist	etwa	440	Bienenarten	auf,	
Ungarn	„	„	510	„	„	
Tirol	„	„	380	„	„	
Großbritannien	„	„	200	„	„	
Schweden	„	„	212	„	„	usw.

Aus dem wundervollen Leben und Treiben dieser solitären Bienen wird späterhin aus stammesgeschichtlichen Gründen Eingehenderes zu berichten sein.

Von den sozialen Bienen können wir uns im wesentlichen nur der Honigbiene (*Apis mellifica* Linné) zuwenden, doch werden auch, gleichfalls aus stammesgeschichtlichen und anderen Gründen, die anderen *Apis*-Arten, ferner die stachellosen in den Tropen lebenden Bienen, die Meliponen und Trigonen (*Meliponidae*), sowie die Hummeln (*Bombinae*) einer kurzen Darstellung unterzogen; denn um das Leben und Wesen der Honigbiene vollkommen würdigen zu können, ist es notwendig, ihre Stellung unter den verwandten Hymenopteren zu betrachten und vor allem die entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen heranzuziehen, die uns Fingerzeige zu geben vermögen, wie sich aus einfachen Verhältnissen heraus die komplizierte Koloniebildung, der merkwürdige Volksverband, gebildet haben mag.

Gattung (Genus) *Apis* L.

Systematische Übersicht der Arten[1]).

1. *Apis dorsata* Fabricius.
2. *Apis florea* Fabricius.
3. *Apis indica* Fabricius.
4. *Apis mellifica* Linné.

Übersicht der Subspezies und Varietäten.

1. *Apis dorsata* F. 1793.

syn. *nigripennis* Latreille 1804.
„ *bicolor* Klug 1807.
„ *zonata* Guérin 1834.
„ *dorsata* Lepeletier (Dalla Torre) 1836.
[var. *testacea* Smith 1858][2]).
„ *zonata* Smith 1859.
syn. *laboriosa* Smith 1871.

---

[1]) Bezüglich der Literatur muß ich, soweit diese Tabelle in Betracht kommt, verweisen auf Butt.-Reep. (1906). Zur besseren Orientierung finden sich die Autorennamen bei der ersten Erwähnung in dieser Tabelle ausgeschrieben, später aber nur in den üblichen Abkürzungen.

[2]) Die *Apis dorsata var. testacea* ist zu streichen, da ich sie unlängst bei meinem Aufenthalte in Ostindien als Jugendform der *Dorsata* festzustellen vermochte. Die übrigen in [ ] befindlichen Varietäten kommen für die Systematik nicht in Betracht, sie unterscheiden sich zum Teil nur biologisch (vgl. Butt.-Reep. 1906).

2. *Apis florea* F. 1787.
   syn. *semirufa* Hoffmg. 1817.
   „ *indica* Latr. 1804.
   „ *lobata* Sm. 1855.
   „ *floralis* Horne 1870.
   var. *rufiventris* Friese 1906.
   „ *fuscata* Enderlein 1906.
   Subspecies *andreniformis* Smith 1857 (Enderlein 1906).
   var. *sumatrana* Enderlein 1906.
3. *Apis indica* F. 1798.
   syn. *socialis* Latr. 1804.
   „ *dorsata* Lep.-Gerstäcker 1862.
   „ *socialis* Lep. 1836.
   „ *delesserti* Guér. 1845.
   var. *peroni* Latr. 1804.
   syn. *gronovii* Le Guillou 1841.
   „ *perrotteti* Guér. 1845.
   „ *nigrocincta* Sm. 1861.
   var. *sinensis* Sm. 1865.
   „ *japonica* Radoszkowsky 1887.
   „ *picea* Buttel-Reepen 1906.
   „ *koschevnikovi* Butt.-Reep. 1906.
   „ *javana* Enderl. 1906.
4. *Apis mellifica* L. 1761.
   syn. *mellifera* L. 1758.
   „ *cerifera* Scopoli 1770.
   „ *daurica* Fischer de Waldheim 1843.
   „ [*cecropia* Kiesenwetter 1860].
   „ *cerifera* Pallas-Gerstäcker 1862.
   „ *nigrita* Lucas 1882.
   Subspecies *unicolor* Latr. 1804.
   var. *adansoni* Latr. 1804.
   syn. *cerana* F. 1793.
   „ *capensis* Escholtz 1822.
   „ *scutellata* Lep. 1836,
   „ *nigritarum* Lep. 1836.
   „ *caffra* Lep. 1836.
   var. *fasciata* Latr. 1804.
   „ *intermissa* Butt.-Reep. 1906.
   „ *friesei* Butt.-Reep. 1906.
   [„ *syriaca* Butt.-Reep. 1906].
   Subspecies *mellifica* L.
   var. *ligustica* Spinola 1808.
   syn. *siziliana* Grassi 1880.
   [var. *remipes* Pallas-Gerstäcker 1862].
   „ *carnica* Pollmann 1879.
   „ *cypria* Pollm. 1879.
   „ *lehzeni* Butt.-Reep. 1906.

***Apis mellifica* L. oder *Apis mellifera* L.?** Ein vor einiger Zeit durch eine internationale Kommission aufgestelltes Prioritätsgesetz greift bis zur 10. Auflage von Linnés Systema naturae, d. h. bis zum

Jahre 1758 zurück; das will besagen, daß alle vor dem Jahre 1758 gebrauchten wissenschaftlichen systematischen Bezeichnungen unter Umständen vernachlässigt werden dürfen; die erste im Jahre 1758 oder später gebrauchte Benennung irgend einer Spezies usw. aber unter allen Umständen die Priorität hat, selbst wenn diese Benennung übersehen und die betreffende Art aufs neue entdeckt, benannt und nun unter der zweiten Bezeichnung zu allgemeiner Geltung gelangt ist.

Im Jahre 1758 finden wir die Honigbiene bei Linné als *Apis mellifera* bezeichnet. Drei Jahre darauf (1761) gab er ihr den Namen *Apis mellifica*, wahrscheinlich weil er erkannt zu haben glaubte, daß die zuerst gegebene Bezeichnung eine falsche sei, da die Biene nicht „Honig" eintrage, sondern Nektar und erst im Stocke daraus „Honig" mache; sie ist also keine Honigbringerin (*mellifera*), sondern eine Honigmacherin (*mellifica*). Wie dem auch sei, jedenfalls hat der erste Autor hier nach kurzer Zeit selbst eine Korrektur vorgenommen. Über die *Apis mellifica* (nicht *mellifera*) ist alsdann eine überwältigend reiche Weltliteratur entstanden, die kaum mehr erschöpft werden kann, wenn man die bienenwirtschaftliche Literatur mit hineinbezieht. Über Nektar und Honig vgl. S. 135.

Unter diesen Umständen haben Friese (als Bearbeiter der *Apidae* für das „Tierreich", jenes großen, das gesamte Tierreich umfassenden Sammelwerkes) und ich uns nicht für befugt gehalten, die vom ersten Autor als falsch erkannte und nach kurzer Zeit endgültig ausgemerzte Bezeichnung „*mellifera*" — trotz des Prioritätsgesetzes — wieder einzuführen. Es ist dies das Resultat während mehrerer Jahre verschiedentlich eingehend gepflogener Erwägungen. Ausschlaggebend für unser Festhalten an der richtigen, seit fast 150 Jahren ausschließlich eingebürgerten Benennung waren aber nicht die vorerwähnten Gründe, sondern die Erfahrung, daß die Festsetzungen, die Vorschriften des Prioritätsgesetzes sich schon jetzt im bestimmten Falle als machtlos erweisen. Zum Beispiel. Für die Gattung der solitären Bienen „*Anthophora*" wurde auf Grund der neuen Abmachung der Name „*Podalirius*" eingeführt bzw. einzuführen versucht. Hier liegt aber der Fall ebenso wie bei der *Mellifica*, d. h. der erste Autor hat selbst nach kurzer Zeit den Namen *Podalirius* aus besonderen, triftigen Gründen in *Anthophora* geändert. So drang die Bezeichnung *Podalirius* nicht durch, sie hat sich in einer Reihe von Jahren nicht einzubürgern vermocht, und es ist nicht die geringste Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich hierin in Zukunft etwas ändern wird.

Das Leben der Bienen.

Erstes Kapitel.

Die Urheimat der Bienen.

Wenn wir versuchen, in ferne Vergangenheiten einzudringen, um uns klar zu machen, wo vielleicht die Wiege des Bienengeschlechtes gestanden haben möge, so können hier natürlich nur mehr oder minder größere Wahrscheinlichkeiten in Betracht kommen.

Fossile Bienen. Unter den etwa 8500 Arten von versteinerten Insekten (Handlirsch 1910), die bis jetzt gefunden wurden, sind nur sehr wenige Bienen festgestellt worden, die vielleicht als nähere Verwandte bzw. Vorläufer der *Apis mellifica* in Betracht kommen mögen (Scudder 1886). Handlirsch (1906—1908) zählt ungefähr 59 fossile Bienenarten (*Apidae*) auf, die meisten aus tertiären Schichten Mitteleuropas und einige wenige aus Nordamerika (Florissant), aber hiervon sind manche, einesteils durch die schlechte Erhaltung, andererseits durch ungenügende Beschreibung nicht recht unterzubringen. Einige davon dürften überhaupt den *Apidae* nicht zuzurechnen sein. Von den besser bekannten ist eine Art von Corent (Frankreich), eine von Krottensee (Böhmen), elf sind von Oehningen (Baden), (nicht Oeningen wie durchweg angegeben wird), eine von Orsberg, dreizehn aus dem Bernstein des Samlandes, drei von Radoboj (Kroatien), (zwei davon angeblich auch in Oehningen), fünf von Rott (Rheinlande) und sechs von Florissant (Nordamerika). (Cockerell 1907?, 1908a, 1908b, 1908c, 1909a, 1909b; Scudder 1886; Handlirsch 1906—1908.) Wir werden uns gleich noch einzelnen Arten zuwenden.

Über die Urheimat aller dieser Formen, von denen nur ein Teil schon anscheinend in Staatenbildung gelebt hat und in engere Beziehung zur *Apis mellifica* gebracht werden kann, lassen sich, wie

gesagt, nur Möglichkeiten äußern. Nach allem uns Bekannten müssen wir nach meiner Ansicht Zentraleuropa wohl als denjenigen Erdteil ansehen, in dem sich die verschiedenen Bienengeschlechter herangebildet haben, denn wir finden bis jetzt nur hier die Fundstellen der ältesten Formen, doch es sprechen auch andere Gründe hierfür.

Die Bienen haben sich wohl zweifellos von den Grabwespen abgezweigt. Es herrscht hierüber in den beurteilungsfähigen Kreisen keine Meinungsverschiedenheit (s. 5. Kap.). Die Grabwespen finden sich heutzutage sowohl in tropischen und subtropischen Gegenden als auch in gemäßigten Klimaten. Im allgemeinen darf aber wohl angenommen werden, daß ein Aufstieg zu neuen Formen — wenigstens soweit die hier in Frage stehenden Insekten in Betracht kommen —, dort am leichtesten vor sich gegangen sein dürfte, wo in einem tropischen oder subtropischen Klima Anpassungsbedingungen reichster Art gegeben waren.

Wie war nun das Klima in ferner Vorzeit in Mitteleuropa bzw. in Deutschland?

Wir brauchen nur bis zum Eocän [1]) zurückzugehen, da finden wir noch eine tropische Flora in dieser Region. Es tritt dann eine Abkühlung ein, aber noch im Miocän herrscht ein wärmeres Klima als das jetzige, doch verschwinden bereits die Palmen nördlich der Alpen und im obersten Tertiär, im Pliocän, geht unter weiterer Abkühlung die Flora mehr und mehr in die jetzige über (Gothan 1909), bis die langsam vorschreitende Eiszeit in weiten Gegenden Mitteleuropas die Insektenwelt vernichtete oder zum Teil ein südliches Abdrängen bewirkte.

Um hier aus sehr vielen Beispielen nur einen recht guten Beweis für das frühere Vorkommen tropischer Insekten in Deutschland zu geben, sei erwähnt, daß Emery (1905) zwei Ameisen aus dem baltischen Bernstein (also aus dem unteren Oligocän) beschreibt — *Dimorphomyrmex theryi* und Vertreter der nahe verwandten Gattung *Gesomyrmex* —, die heutzutage nur noch in den Tropen gefunden werden, und zwar ist die erste Ameise nur in einer einzigen Art aus Borneo und Sumatra bekannt und die Arten der Gattung *Gesomyrmex* bis jetzt nur aus dem Malaiischen Archipel (s. a. Escherich 1906).

Man hat vielfach die Urheimat der Honigbiene nach Indien [2]) verlegt (Butt.-Reep. 1906, S. 156), und unsere *Apis mellifica* als

---

[1]) Über die geologischen Epochen und den Aufstieg der Tier- und Pflanzenwelt s. die als Anmerkung 1 am Schluß des Werkes beigefügte Tabelle.

[2]) Es ist hier stets Ostindien gemeint.

eine junge, vervollkommnete, der indischen Honigbiene (*Apis indica* F.) nahestehende Art angesehen. Hier taucht nun aber die Frage auf, wie kommt es, daß die *Apis mellifica* gar nicht in Indien verbreitet ist und die *Indica* nicht bei uns? Wir finden die *Mellifica* jetzt freilich vielfach in Indien aber nur durch Importation (vgl. 2. Kap.). Die *A. indica* F. steht auf derselben biologischen Höhe wie die *Mellifica*, unterscheidet sich aber von ihr morphologisch (Enderlein 1906), wenn auch sehr unbedeutend, und auch in gewissen biologischen Eigentümlichkeiten (Butt.-Reep. 1912). Dieser Hinweis auf Indien ist wohl aus der meines Erachtens richtigen Empfindung heraus geschehen, daß dieses Sonnenkind in einem Sonnenlande seine Heimat haben müsse. Nun lag aber in der Vorzeit, wie erwähnt, Indien — wenn ich so sagen darf — bei uns, und die hier gemachten paläontologischen Funde scheinen mit großer Wahrscheinlichkeit, wie schon angeführt, auf Mitteleuropa als Ursprungsland hinzuweisen.

***Apis adamitica* Heer.** Bis vor wenigen Jahren sah man in der von Oswald Heer in der miocänen Molasse von Oehningen in Baden entdeckten Versteinerung einer angeblichen Biene die älteste Vertreterin des *Apis*-Geschlechtes. Heer fand diese von ihm *Apis adamitica* genannte Art zusammen mit anderen Hymenopteren (*Xylocopa*, *Osmia*, *Bombus*, Grabwespen, Wespen, Ameisen usw.), deren Bestimmung zum Teil recht unsicher ist.



Fig. 1. *Apis adamitica* Heer.

Der Erhaltungszustand der *Apis adamitica* Hr. ist leider ein wenig befriedigender. Heer beschreibt die in doppelter Größe abgebildete und hier reproduzierte Versteinerung (Fig. 1), wie folgt: „Die abgebildete Biene hat große Ähnlichkeit mit der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Am Kopf ist das eine große Auge erhalten, die Nebenaugen sind nicht mit Sicherheit zu erkennen. Der Thorax ist stark zusammengedrückt und von brauner Farbe. Die Flügel sind großenteils zerstört, doch erkennt man eine Zahl von Zellen, welche, soweit sie erhalten sind, mit denen von *Apis* übereinstimmen. Der Hinterleib ist länglich oval, nach hinten verschmälert und fast zugespitzt; gelbbraun mit hellen Querbändern. Er ist platt gedrückt und daher die Zahl der Ringe schwer zu ermitteln; der erste zunächst dem Stiele ist kurz, der zweite länger und in der Mitte von einem hellen Streifen durchzogen; die vier folgenden sind kürzer und allmählich schmäler werdend. Beine und Fühler sind verloren gegangen" (Heer 1867).

„Schon damals summte die Honigbiene um die Blüten und hat ohne Zweifel in großen Gesellschaften gelebt, Waben gebaut und Honig gesammelt, denn sie steht der lebenden Art (*Apis mellifica* L.) so nahe, daß sie wohl als ihr Vorläufer betrachtet werden darf" (Heer 1865).

Prof. A. Menzel (1865) in Zürich erklärte die *Adamitica* für einen Arbeiter.

Nun hat Cockerell (1909b) neuerdings eine sehr gründliche Untersuchung des Fundstückes vorgenommen und ist zur Ansicht gelangt, daß wir es hier mit einer solitären Biene einer *Lithurgus*-Art zu tun haben. Sie ist demgemäß von ihm in *Lithurgus adamiticus* Heer umgetauft worden, doch liegt auch hier noch manches recht unsicher, wie das bei mangelhaft erhaltenen Objekten erklärlich erscheint.

Jedenfalls ist es einleuchtend, daß diese Biene ihre Vorläufer in noch früheren Epochen gehabt haben muß.

Die *Apiden* des Bernsteins. In der dem Miocän vorhergehenden erdgeschichtlichen Epoche — dem Oligocän — kommt vor allem der Bernstein des baltischen Samlandes in Betracht, der, wie wiederholt werden möge, dem unteren Oligocän zugewiesen wird (Kayser 1908).

Als ich im Jahre 1905 Gelegenheit hatte, im „Westpreußischen Provinzialmuseum" in Danzig einige noch nicht bestimmte Hymenoptereneinschlüsse des Bernsteins zu untersuchen, konnte ich in der mir zur Verfügung stehenden Literatur irgendwie brauchbare und eingehendere Hinweise auf eventuelle *Apis*-Vorläufer bzw. Verwandte nicht auffinden. Menge (1856) hatte eine nur 7 mm lange *Apis proava* des Bernsteins beschrieben, aber es läßt sich nichts damit machen. Brischke (1886) erwähnt: vier *Anthophora* (?), zwei *Chalicodoma*, zwei *Andrenen*, einen *Bombus* und zwei *Apiden*, „welche dem Flügelgeäder nach an die südamerikanische Gattung *Melipona* erinnern, aber in Gestalt der Beine abweichen", und Burmeister (1832) konstatierte eine *Trigona* (?) im Bernstein, doch auch diese Beschreibungen sind zu unsicher, um darauf fußen zu können.

***Apis meliponoides* Butt.-Reep.** Unter den Danziger Bernsteineinschlüssen[1]) fand ich zwei *Apis*-ähnliche Formen, deren nähere Untersuchung mir aber durch besondere Umstände so erschwert wurde,

[1]) Man wolle diese Bezeichnung nicht zu wörtlich nehmen, denn wirkliche Einschlüsse sind bekanntlich im Bernstein nicht vorhanden, sondern nur noch die Formen (Hohlräume) der im Harz der Bernsteinfichte (*Pinus succinifera*) zugrunde gegangenen Lebewesen, diese selbst sind bis auf einige sehr seltene Bruchstücküberreste meistens spurlos verschwunden.

daß es nur möglich war, einige wenige Charakteristika festzustellen. Jedenfalls konnte ich konstatieren, daß wir es hier sehr wahrscheinlich mit einer höchst merkwürdigen und interessanten Übergangsform zu tun haben, die einerseits Anklänge an *Apis* zeigt, andererseits aber auch an *Melipona*. Ich nannte diese Übergangsform daher *Apis meliponoides* und gebe hier eine vergleichende Abbildung der Hinterbeine von *Apis mellifica* ♀, *Apis meliponoides*, *Melipona anthidioides* und von *Apis mellifica* ☿ (Fig. 2 bis 5).

Die schematischen Umrisse der drei Sammelbeine (Fig. 2 bis 4) zeigen den betonten Übergang, wie er sich in der Bildung der biologisch so sehr wichtigen Bürstenglieder (Metatarsen) *b* ausprägt. (Über den näheren Bau s. 8. Kap.). Die *Meliponidae* (Meliponen

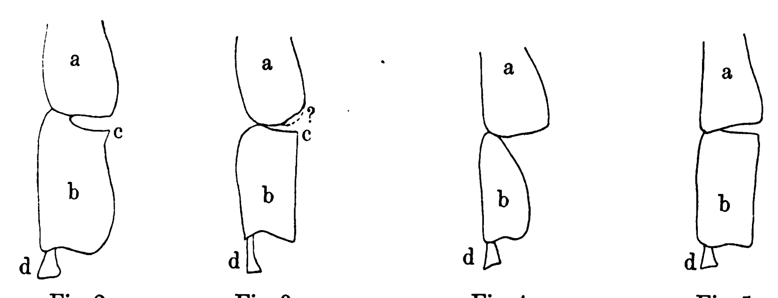


Fig. 2. *Apis mellifica* ♀ Fig. 3. *Apis meliponoides* Fig. 4. *Melipona anthidioides* ♀ Fig. 5. *Apis mellifica* ☿

a Tibia (Schienbein, Hinterschiene, Körbchenglied); *b* Metatarsus (erstes Tarsalglied, Bürstenglied, Ferse; *c* Traductor (Pollenschieber, Fersenhenkel); *d* zweites Tarsalglied. Bei ? konnte der Umriß noch nicht genau bestimmt werden, die unterbrochene Linie deutet die mögliche Abweichung an (Original).

und Trigonen) besitzen einen von dem der *Apis*-Arten völlig abweichend gebauten Metatarsus. Der für *Apis* so charakteristische Fersenhenkel *c*, dessen breite mit kleinen Höckerchen besetzte Oberfläche (s. Fig. 41) gegen die untere mit einem Borstenkamm versehene Gelenkfläche der Hinterschiene *a* bewegt werden kann und somit den von dem Kamm gesammelten Pollen in die Körbchen drückt (s. S. 140 ff.), fehlt den stachellosen Bienen gänzlich. Bei *Apis meliponoides* sehen wir die Form des Metatarsus sich ganz beträchtlich der von *Apis mellifica* nähern. Auffällig ist die sehr gerade Begrenzung des Gliedstückes an der einen Seite, und interessanterweise sehen wir in dem wieder rückgebildeten Metatarsus der Königin von *Apis mellifica* (Fig. 5) eine überraschend ähnliche Ausgestaltung. (Über Rückbildungen bei der Königin s. S. 210 ff.).

Es scheint eine gewisse Berechtigung zu besitzen, wenn wir nach dieser den *Apis*-Arten so nahestehenden Form des Metatarsus

und namentlich des Körbchengliedes (*a*) auch auf eine sich nähernde Lebensweise schließen dürfen, und z. B. mit großer Berechtigung annehmen können, daß *Apis meliponoides* bereits in Kolonien gelebt hat. Denn wir finden ausschließlich die breiten Metatarsen in Verbindung mit verbreiterten Tibien bzw. typischen Körbchengliedern bei den sozial lebenden Bienen.

Unter den rezenten etwa 8000 Arten der Solitären sind bis jetzt nur zwei Gattungen bekannt geworden, die eine Körbchenbildung aufweisen: *Euglossa* (Butt.-Reep. 1903, ferner S. 57) und *Canephorula* (Friese 1908 a) mit nur einer Art.

Electrapis meliponoides **Butt.-Reep.** Cockerell war es vergönnt, die Bernsteinschätze der samländischen Funde durchzuarbeiten (1908 a, 1909 a), und zwar stand ihm die Sammlung des Königsberger Museums zur Verfügung. Hier entdeckte er sieben Weibchen (oder Arbeiter) und ein Männchen (1909 a) einer von ihm *Electrapis* benannten Bienengattung, die „so far as can be ascertained is identical“ mit *Apis meliponoides* Buttel-Reepen, „and is assumed to be the same“. Infolge dieser angenommenen Identität bezeichnete er sie als „*Electrapis meliponoides* Buttel“, da sie seiner Ansicht nach nicht dem Genus *Apis* zuzuzählen sei. Da diese Identität nur „angenommen“ wird, muß es vorläufig bei meiner Bezeichnung verbleiben, zumal die Nichtzugehörigkeit zum Genus *Apis* auch einer Bezweiflung unterliegen mag. Freilich kommt *Apis meliponoides* hier nur als Vorläufer des rezenten Genus *Apis* in Betracht und auch Cockerell stellt sie (vorausgesetzt, daß die Identität richtig ist) zum „Ahnenstamm“ von *Apis*, bemerkt aber dabei, daß sie in gewisser Weise auch zum „ancestral stock“ von *Bombus* zu rechnen wäre, da nämlich das Flügelgeäder dem von *Bombus* etwas näher stünde. Das Aussehen — der allgemeine Habitus — ist aber sehr *Apis*-ähnlich und die Größe ist fast dieselbe. Aus allgemeinen stammesgeschichtlichen Gründen (s. 5. Kap.) glaube ich aber annehmen zu dürfen, daß eine nähere Verwandschaft nach der *Bombus*-Seite hin ausgeschlossen erscheint, die gewisse oberflächliche Nervaturähnlichkeit kann da keine besondere Bedeutung beanspruchen. *Bombus* dürfte sich aus solitären Formen sehr früh in abweichender Richtung entwickelt haben, da kaum eine anscheinend bereits soziale *Apis*-ähnliche Form [1]) als Vorfahr oder irgendwie nahes

[1]) Cockerell fand in einem kleinen Stück Bernstein mehrere Arbeiter (Weibchen) eng zusammen, auch hieraus darf man wohl auf eine bereits in Staatenbildung lebende Biene schließen.

Seitenglied von *Bombus* in Betracht kommt. Nun besitzt *Apis meliponoides* haarlose Augen wie *Bombus*, und Cockerell trennt in seinem Stammbaum (1908a) die Formen mit nackten Augen von denen mit beharrten, so gerät *Apis melip.* natürlich aus der direkten nach *Apis* (die behaarte Augen besitzt) führenden Linie heraus und mehr in die *Bombus*-Linie hinein. Liegt zu dieser scharfen Trennung einigermaßen genügende Berechtigung vor? Ich glaube nicht, denn wenn wir uns nur die Gattung der solitär lebenden Kegelbienen (*Coelioxys*) ansehen, so finden wir (nach Friese), daß zahlreiche Arten z. B. in Afrika (*C. torrida* Sm., *junodi* Friese, *lativentris* Friese, *rufiventris* Spin., *proxima* Friese usw. usw.) und in Südeuropa (*C. decipiens* Spin.) unbehaarte Augen haben, während fast alle übrigen etwa 50 Arten in Europa, Asien, Australien, Afrika und Amerika behaarte Augen aufweisen. Auch innerhalb der Gattung *Apis* ist die Behaarung eine wechselnde; so hat *Apis sinensis* Sm. sehr viel stärkere Augenbehaarung als *Apis mellifica-mellifica* L. (Butt.-Reep. 1906). Dieses Merkmal darf daher kaum als trennend angesehen werden. Übrigens haben auch die *Meliponidae* haarlose Augen.

Sehr stark für eine Vorfahrenschaft in direkter Linie zu *Apis* scheint nun aber folgendes zu sprechen. Allen sozialen Apiden (inkl. *Meliponidae*), abgesehen von *Bombus*, fehlen die Sporen (Calcaria) an den Tibien der Hinterbeine (III). Nach meinen im Jahre 1905 angestellten Ermittelungen und den daraus erwachsenen Hypothesen (Butt.-Reep. 1911) ist in fernen Urzeiten anscheinend zuerst der eine Sporn rudimentär geworden, und schließlich später auch der zweite (s. 11. Kap., S. 215 ff.). Nun zeigt *A. meliponoides* sehr interessanterweise nur noch einen Sporn. Daß früher zwei vorhanden waren, ist aus allgemeinen Erwägungen heraus (s. S. 215) kaum zu bezweifeln. Bei den vielen Tausenden von Bienenarten finden wir stets an den Tibien III zwei Sporen, als Unikum ist nur *Samba calcarata* Friese, eine ostafrikanische Panurgide, bekannt, die an den Tibien III jetzt nur je einen mächtigen Calcar aufweist (Friese 1908 b).

***Apis* (?) *dormitans* Heyden.** Aus einigen, wohl Jahrhunderttausende von Jahren jüngeren Schichten, dem oberen Oligocän des Fundortes Rott (Braunkohle) im Siebengebirge (Rheinlande) sind durch v. Heyden (1862) einige *Apidae* beschrieben, darunter eine von ihm *Apis dormitans* genannte, die dem Genus *Apis* nahe stehen soll. v. Heyden selbst bezweifelt aber schon die Zugehörigkeit. „Es würde mich freuen, wenn eine geeignetere Gattung für sie

aufgefunden würde.“ Beschreibung und Zeichnung sind aber völlig ungenügend zu einer sicheren Bestimmung. Der ganze Habitus, die Abrundung des Abdomens, die größere Breite des Thorax gegenüber der Kopfbreite sprechen aber gegen *Apis* und für *Osmia*, so daß ich nicht anstehe, sie vorläufig als *Osmia dormitans* Heyd. unterzubringen, bis eine gründliche Untersuchung des Originals vielleicht eine Klarstellung ermöglicht. Die Länge ist 15 mm. Das schlecht erhaltene Flügelgeäder zeigt eine „lange Radialzelle“, wie sie „*Apis*“ aufweist, doch ist die Länge der Flügel nicht sicher zu beurteilen und ist daher diese Angabe nicht genügend kennzeichnend.

***Apis henshawi* Cockerell.** Im Museum of Comparative Zoology der Harvard Universität in Cambridge, Mass. fand Cockerell (1907) fossile Apiden aus Rott, die als *Apis dormitans* (2 Exempl.) und *Osmia carbonum* signiert waren, sich aber bei genauerer Untersuchung als nicht identisch mit dem vorstehend angezogenen gleichnamigen Material von Heyden erwiesen. Cockerell hält alle drei Exemplare einem *Apis* sehr nahestehenden Subgenus, das er *Synapis* nennt, zugehörig und beschreibt die angebliche *Osmia carbonum* Heyden nunmehr als *Apis henshawi.* Die Länge ist 15 oder 16 mm. Der „Transverso-medial“-Nerv der Hinterflügel soll mehr dem von *Apis florea* ähneln und die Annäherung des „Basal“-Nerven an den „Transverso-medial“ soll mit dem von *Melipona* übereinstimmen.

Diese Bienen des Oligocäns, die uns schon in so hoher Vollendung entgegentreten, haben naturgemäß auch schon eine lange Vorfahrenreihe vor sich. Wenn wir uns nun noch weiter in das Dunkel der Vorzeit hineinbegeben, so ist es klar, daß wir uns hier auf verstärkt unsicherem Grunde bewegen und sich an wenige kleine, feste, einigermaßen sicher erhellte Stellen lange Reihen rein hypothetischer Mutmaßungen angliedern.

Wo konnten zuerst blumenbesuchende Insekten entstehen? Fragen wir uns nun, wo nach unserem heutigen Wissen zuerst die Möglichkeit zur Heranbildung der auf Nektar angewiesenen Insekten gegeben war, so kann die Antwort nur lauten, dort, wo sich zuerst die höheren Gewächse (Angiospermen) entwickelten und das scheint, nach dem was bis heute festzustellen ist, in Nordamerika (Obere Potomac-Formation — dem Gault gleichstehend, vgl. Tabelle am Schluß des Werkes) der Fall gewesen zu sein, aber fast gleichzeitig auch in Grönland, Portugal und Südengland usw. Mit anderen Worten: im Anfang der Kreidezeit, als noch die großen Landbrücken (im Gebiet des jetzigen Atlantik) Nordamerika und Nordeuropa verbanden, ent-

standen auf diesem großen Kontinent, nennen wir ihn Euramerika (analog dem Eurasien, Eurafrika), die klimatischen und sonstigen Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Pflanzenwelt, die anscheinend ziemlich gleichzeitig in die Bewirkung traten aber in der Mitte der Kreidezeit, im Cenoman, über ganz Euramerika hin die angiosperme Pflanzenwelt (die Monocotylen und Dicotylen) zur dominierenden Erscheinung brachten.

Die Rudimente dieses gewaltigen Euramerika sehen wir noch aufragen als Großbritannien, die Faröer, Island und Grönland, die jetzt durch weite Meeresfluten getrennt sind. Daß sie aber, wie soeben behauptet, früher zusammengehangen haben müssen und zwar recht lange Zeit, das läßt sich durch folgende Beobachtungen, die übrigens nur einen Teil der Beweise geben, demonstrieren (Scharff 1909). Unsere gewöhnliche Gartenschnecke hat sich über diesen jetzt fast ganz versunkenen Kontinent im gemütlichen Schneckentempo verbreitet, und als fast sichere Gewähr der früheren Verbindung finden wir sie heutzutage außer in Europa, auch auf Island, Grönland, Labrador und Neufundland und im Nordosten des nordamerikanischen Festlandes. Und unser für die Biene so sehr wichtiges Heidekraut (*Calluna vulgaris*) treffen wir nur noch in Neufundland und einigen südlich davon gelegenen Gebieten, andererseits viele nordamerikanische Pflanzenarten nur im Westen Irlands. Europa und Nordamerika haben 575 Pflanzenarten gemeinsam, Nordamerika und Ostasien dagegen nur 330. Es ließen sich noch weitere Beweise biogeographischer Natur anführen, doch möge diese Auslese genügen.

Auf diesem mächtigen Kontinent der Vorzeit begegnen wir nun, wenn ich so sagen darf, den frühesten Gründern des allmählich so kräftig heranwachsenden Hymenopterenstammes im Malm — also im obersten Jura. Nach der ausgezeichneten Übersicht, die uns Handlirsch (1906—1908) in seiner bewunderungswürdigen Bearbeitung und Zusammenstellung der fossilen Insekten gegeben, müssen diese Vorläufer in die nächste Nähe der *Siricidae* (Holzwespen) gestellt werden. Handlirsch faßt sie zu einer Familie, *Pseudosiricidae*, zusammen, deren Vertreter uns in Solnhofen (Bayern) und in England (Durdlestone-Bay) erstmalig entgegentreten. Außer diesen *Pseudosirex*-Arten fand sich im Malm bis jetzt nur noch eine Ichneumonide (*Ephialtites jurassicus* Meunier), die nach Handlirsch vielleicht einen Schalttypus zwischen den Pseudosiriciden und eigentlichen Schlupfwespen repräsentiert.

Da in der folgenden Kreidezeit nur sehr wenige Süßwasserablagerungen aufgeschlossen sind, sind auch Kreideinsekten überaus

seltene Erscheinungen. Das einzige Hymenopteron (aus der oberen Kreide) ist nach Handlirsch ein höchst zweifelhafter Fund (Ei?, Galle? im vorderen Drittel zwei sechsgliedrige Fühler), der auf eine Blattwespe (*Tenthredinidae*), vielleicht auf eine *Nematus*-Art hinweist. Fundstätte Lidic bei Schlan in Böhmen.

Aber im Tertiär überwältigt uns plötzlich eine Fülle von Hymenopteren solitärer und — sozialer Art, unter denen sich, wie vorhin geäußert, nur spärliche *Apidae* finden, die wir in ihren anscheinend schon sozialen Formen in einigen Exemplaren soeben kennen lernten. Der Anschluß von unten herauf ist somit hergestellt, und wir können nun die Frage stellen: wann mag der Beginn der Staatenbildung vor sich gegangen sein?

Wann begann die Staatenbildung? Nach Handlirsch haben sich vermutlich erst in der Mitte der Kreidezeit die *Apiden* von den *Sphegiden* (Grabwespen) abgezweigt, was sehr wohl möglich ist. Wenn ich früher (1906, S. 159) die Ansicht geäußert habe, daß der Beginn primitiver Staatenbildung bei den *Apiden* (s. 5. Kap.) in die Kreidezeit fallen dürfe, so glaube ich auch heute unter Berücksichtigung der neuesten Funde an dieser Ansicht festhalten zu müssen. Die Kreidezeit umspannt einen enormen Zeitraum, und von der Zeit der Abzweigung von den Grabwespen bis zum Ende dieser Epoche sind wohl zweifellos viele Hunderttausende ja Millionen von Jahren verronnen. Zeit genug, um in dem damals sehr wahrscheinlich noch stärker umwandlungsfähigen Keimplasma unter vermutlich sehr günstigen Lebensbedingungen Entwicklungs- und Anpassungsmöglichkeiten aller Art zu bieten.

Staatenbildung bei Termiten und Ameisen. Es ist von Interesse, hier einen Blick auf den Beginn der Staatenbildung bei anderen sozialen Insekten zu werfen, um vielleicht dadurch eine Stütze für die eben geäußerte Anschauung zu gewinnen.

Die im System weit abstehenden Termiten (*Isoptera*, Fam. *Termitidae*) (Escherich 1909) existierten nicht schon im Karbon, wie man früher allgemein, wenn auch mit einiger Skepsis annahm, da die vermeintlichen Termitenversteinerungen nicht als solche verifiziert werden konnten (Handlirsch), sondern finden sich bis jetzt erstmalig im mittleren Eocän (Monte Bolca, Italien) und zwar bis jetzt nur in einer einzigen Art, und ferner in zahlreichen Spezies im Oligocän und Miocän.

Die Ameisen (*Formicidae*) tauchen erstmalig mit Sicherheit im Oligocän auf und sind von da an durch das ganze Tertiär nachzuweisen (vgl. die Tabelle am Schlusse des Buches).

Auch diese Befunde klingen gut mit der eben ausgesprochenen Hypothese zusammen.

Die Ausbreitung in vorgeschichtlicher Zeit. Die frühesten Spuren der *Apiden* in Nordamerika treten uns — nach dem bisherigen Stand der Forschung — in den miocänen Schiefern von Florissant in Colorado entgegen (Cockerell 1908a, 1908c). Um diese Zeit ist also mit Sicherheit die Verbreitung des Bienengeschlechtes über das ganze weite Gebiet von Euramerika vor sich gegangen.

Das gewaltige Kreidemeer, das den größten Teil Europas überflutet hatte, ließ beim Beginn der Eocänzeit einen mächtigen Meeresarm zurück, der Europa bis zu den Küsten des Nördlichen Eismeeres von Asien vollkommen getrennt zu haben scheint. Eine Ausbreitung der *Apidae* nach Asien war damals also anscheinend kaum möglich. Späterhin entstanden aber mit der mehr und mehr vor sich gehenden Hebung des Landes an zahlreichen Stellen, die besonders im Miocän zu gewaltigen Gebirgsentstehungen führten (sei es durch Faltungs- bzw. Schrumpfungsprozesse der Erdrinde, sei es, wie neuerdings die Ansicht geht, durch vulkanische Kräfte und sonstige labile Tiefenkräfte des Erdinneren höchst komplizierter Art), es entstanden jedenfalls ungehinderte Verbindungen nach Asien usw. Nach Afrika ist wahrscheinlich die Einwanderung, abgesehen von dem Wege über Vorderasien und Arabien, auch von Spanien bzw. Frankreich und von Italien aus, über die damals noch bestehenden Landbrücken erfolgt.

Einfluß der Eiszeit. Eine treibende Kraft zur Ausbreitung südwärts ist die im Pleistocän hereinbrechende Eiszeit. Es ist zweifellos, daß, während das Inlandeis einen großen Teil Deutschlands bedeckte und mächtige Gletscherzungen, sich von den Gebirgen auch der benachbarten Länder herabziehend, das Klima beeinflußten, die Bienen dem Untergang geweiht waren und nur die südwärts sich ausbreitenden Schwärme, bzw. die bereits in südlichen Gegenden angesiedelten, erhalten blieben.

Ein interessanter Aufschluß über die Zurückdrängung der Bienen durch die Eiszeit ergibt sich anscheinend aus folgendem.

Das korso-sardinische Massiv hat sich, wie aus mancherlei Anzeichen hervorgeht, vor der Eiszeit von dem Festlande getrennt. Es ist nun auffällig, daß auf Korsika zahlreiche alpine Bienen (solitäre), ferner alpine Hummeln, welche den Alpen und Pyrenäen zukommen, fehlen, obgleich hohe Granitberge auf dieser Insel alpine Bedingungen schaffen. Der vortreffliche Hymenopterenforscher Ferton

ist der Ansicht, daß, als die langsam zunehmende Vergletscherung die bergbewohnenden Insekten allmählich in die tiefer liegenden Gefilde zwischen Alpen und Pyrenäen hinabdrängte, wegen der erwähnten damals schon bestehenden Trennung Korsikas, keine Invasion dieser Formen statthaben konnte. Naturgemäß blieb Korsika bei der Wiederbesiedelung der Höhen nach der Eiszeit gleicherweise ausgeschlossen. Ferner leben auf Korsika Hymenopteren, welche auch in Nordafrika vorkommen und welche bis jetzt weder in der Provence noch im Toskanischen gefunden wurden. Ferton (1881) weist überzeugend nach, daß dieses Vorkommen nicht auf eine frühere Verbindung mit Nordafrika hindeutet, sondern als ein Rest der früheren meridionalen Fauna betrachtet werden muß, welche sich vor der Eiszeit auf der nördlichen Seite des Mittelländischen Meeres ausgebreitet hat.

So einleuchtend diese Theorien erscheinen, so darf doch nicht verschwiegen werden, daß auch auf Korsika die Spuren der Eiszeit nicht gering sind. „Gletscherspuren, Schliffe, erratische Blöcke, Stirnmoränen sind an vielen Stellen nachgewiesen und lassen keinen Zweifel, daß der Einfluß der Eiszeit hier noch sehr merklich war.“ (Kobelt 1898.) Da Korsika ein Gebirgsmassiv bildet, dessen hohe Berge auch heute noch die Hälfte des Jahres mit Schnee bedeckt sind und sehr wenige Ebenen vorhanden sind, so bleibt recht wenig Spielraum für das Überleben südlicher Formen. Erwägt man aber alle Umstände, so schlägt doch die Wage zugunsten der Fertonschen Ansicht, da uns die Annahme einer ganz neuen Insektenbesiedelung vor noch größere Rätsel stellt.

Als das Klima in Mitteleuropa nach dem Rückgang der letzten Eiszeit wieder wärmer wurde, wanderten auch nach und nach die Bienen aller Arten wieder in die alten Wohnstätten. Von Südrußland bzw. dem angrenzenden Asien, Süditalien, Spanien bzw. Afrika usw. aus muß der Wiedereinzug stattgefunden haben. Über die jetzige geographische Verbreitung der Honigbiene gibt das folgende Kapitel eine eingehende Übersicht.

Zweites Kapitel.

Die geographische Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), ihrer Varietäten und der übrigen *Apis*-Arten.

Nicht nur vom rein wissenschaftlichen, sondern auch vom nationalökonomischen Standpunkt aus hat die ursprüngliche geographische und die künstliche Verbreitung der *Apis mellifica* ein besonderes Interesse.

Es ergibt sich, daß zu historischer Zeit die Honigbiene in Amerika und in Australien nicht vorhanden war. Über den Zeitpunkt des Importes gingen die Meinungen lange Zeit auseinander. Ich gab vor einigen Jahren (Butt.-Reep. 1906) erstmalig eine im wesentlichen erschöpfende Übersicht über diese Fragen, der auch mit den inzwischen erfolgten Ergänzungen im nachstehenden nachgegangen wird. Die sehr umfangreiche in Betracht kommende Literatur kann hier nur zum Teil herangezogen werden; sie findet sich in der oben erwähnten Arbeit verzeichnet. Autornamen — ohne Jahreszahl in Klammern —, die in diesem Kapitel angeführt werden und somit auf die bezügliche Literatur hinweisen, sind aus dem alphabetischen Verzeichnis jener Arbeit eventuell zu ermitteln.

Es mag bei einer flüchtigen Betrachtung die Bedeutung der im nachstehenden mit einem beträchtlichen Aufwand von Zeit und Mühe festgelegten Daten vielleicht einer Unterschätzung unterliegen. Es scheint mir aber, daß diese Festlegung für eine spätere Untersuchung nicht von Unwert sein dürfte, da sie einmal die große Bedeutung der Biene für die meisten Völker der Erde in eine klare Beleuchtung rückt und dann zum Teil eine Unterlage gibt über die höchst merkwürdigen Farbenabweichungen bei den Apiden, die irgendwie doch klimatische Ursachen haben werden und schließlich nur durch sie unter anderem eventuelle systematische Klärungen zu erzielen sein dürften. Vergegenwärtigt man sich, daß durch die künstlichen Mischungen der verschiedensten Bienenfaunen das ursprüngliche Bild wenigstens an manchen Stellen fast vollkommen verwischt erscheint, so hat es immerhin aufklärenden Wert, an der Hand jener Daten nachweisen zu können, wann und durch welche Rassen oder Lokal-

varietäten die „Fälschung“ jener Faunen bewirkt wurde und daß die jetzt vorliegenden Formen eventuell keinen Anspruch mehr darauf haben, als reine Arten oder Varietäten gelten zu können. Bei Vererbungsfragen, sowie bei der Parthenogenesis spielen diese Vermischungen ebenfalls eine sehr zu beachtende Rolle. Manche Einzelheiten, die im nachstehenden nicht berührt wurden, finden sich in der sehr viel umfassenderen Arbeit (1906) und mögen dort nachgelesen werden.

Europa. Die dunkle „deutsche“ Biene (*Apis mellifica-mellifica* L.). Das Hauptverbreitungsgebiet der dunklen *Mellifica* ist Deutschland, Rußland (abgesehen vom Süden), Skandinavien, Dänemark, Holland und zum Teil Belgien, England, Schweiz und Österreich-Ungarn. Kleinere Herde unvermischter dunkler Bienen finden sich zum Teil inmitten hellfarbiger Varietäten noch bei Smyrna, Herzegowina und Dalmatien (Cori), ferner in Südrußland, Spanien (Gerstäcker 1862), Frankreich (Girard, Deus 1856), Korsika (Revue Intern. Nyon) und in Italien (Gerstäcker 1862), Sizilien (v. Baldenstein 1855, v. Berlepsch 1873), Favignana [eine kleine Felseninsel zwischen Sizilien und Afrika] (Monticelli 1807) usw. Möglich, daß die Bienen von Favignana den dunklen afrikanischen zuzuzählen sind. Exportiert wurde die dunkle Biene, wie gleich des näheren ausgeführt wird, nach Amerika, Australien, Afrika und Asien. In Schweden geht die Ausbreitung der Biene bis zum 64. Grad n. Br., in Finnland bis zum 61. Grad n. Br., in Sibirien bis zum 51. Grad n. Br.

Eine Varietät, die Heidebiene (*Apis mellifica-lehzeni* Butt.-Reep.), die uns die dunkelste Färbung der „deutschen“ Biene zeigt, findet sich hauptsächlich in Hannover, Holstein, Oldenburg, Holland. Sie unterscheidet sich auch biologisch.

Exporte nach Amerika. Wie Gerstäcker (1862, 1864, 1866) berichtet, wurde die dunkelfarbige sogenannte deutsche Biene eingeführt nach Neu-England um 1638, nach West Florida um 1763 (vielleicht schon am Ende des 17. Jahrhunderts), nach Kentucky um 1780, nach New York um 1793; westlich vom Mississippi seit 1797; im englischen Nordamerika wohl schon im 17. Jahrhundert, nach Cuba 1764 (wahrscheinlich wohl schon 1763), nach St. Domingo 1781, nach Brasilien von Portugal aus 1845, nach Keller (1905) aber bereits 1839, doch macht Keller keine nähere Angabe; nach Chile 1848 (Keller), doch kommt vielleicht erst das Jahr 1851 oder 1852 in Betracht (Masbaum), nach Rio Janeiro um 1849 und nach Buenos Aires 1852 (Gerstäcker 1864), nach Rio Grande 1853 (Hannemann 1855), nach Columbien um 1855, nach Südbrasilien 1858 (Münter) usw.

Ob die Angaben Gerstäckers tatsächlich nur die dunkle braune Biene betreffen, erscheint zweifelhaft. Gerstäcker nimmt an, daß in Spanien und Portugal dieselbe dunkle Biene vorkomme, wie in Deutschland und daß daher nur diese von den Auswanderern usw. dieser Länder nach Amerika usw. mitgeführt seien. Nun findet sich aber in jenen Gegenden auch eine gelbe der *Ligustica* ähnliche Art (Butt.-Reep. 1906, S. 165). Es bleibt daher fraglich, ob nicht auch gelbgeringelte Bienen mit hinübergeführt wurden.

Nach Australien. Gerstäcker (1862) stützt sich mehrfach auf die Berichte von Reisenden und glaubt nach fehlenden Angaben schließen zu dürfen, daß alsdann auch das Nichterwähnte nicht vorhanden sei. So meint Gerstäcker noch 1862, daß die Honigbiene nicht in Australien vorkäme. Als das Jahr der Einführung wird dieses selbe Jahr 1862 bezeichnet, z. B. von Girard, Tony Kellen, Münter, Abram und sogar von Pérez (1889). Später gibt Gerstäcker (1864) an, daß die *Ligustica* 1863 nach Melbourne gebracht sei, doch auch diese Angabe ist unrichtig (S. 23).

Wie ich finde, ist die dunkle Biene bereits ganz im Anfang des vorigen Jahrhunderts nach diesem Kontinent gebracht worden (vgl. Butt.-Reep. 1906, S. 165). Es gelangte u. a. im Herbst des Jahres 1830 ein Volk, und zwar von London aus, in einem Drahtkäfig nach Van Diemens-Land (Tasmanien) usw. Nach Neuseeland nahm im Jahre 1841 der Reverend W. C. Cotton (1842) vier Bienenstöcke aus England mit, die sich dort seitdem stark vermehrten und den Grund zu einer ausgebreiteten Industrie legten (vgl. auch D. M. Macdonald 1911).

Nach allem darf als zweifellos angenommen werden, daß die Honigbiene schon Ende der 20er Jahre in Australien angesiedelt worden ist, eine Tatsache, die in der einschlägigen Literatur wohl schon um deswegen unbeachtet geblieben ist, weil Gerstäcker (1866) angab, daß die italienische Biene der deutschen zeitlich den Rang abgelaufen habe. Auf diese positive, aber falsche Angabe sind wohl alle die erwähnten unrichtigen Notizen zurückzuführen.

Nach Asien. Die *Apis mellifica* ist jetzt überall in Asien und besonders auch in Indien verbreitet, einesteils über Rußland nach Sibirien usw., anderenteils auf dem Wege Afrika, Arabien, Persien, Indien. Wie weit es sich hier um die „deutsche" Biene handelt, konnte nicht näher ermittelt werden. Die Engländer brachten sie mehrfach nach ihren indischen Kolonien. Die nördlichste Grenze dürfte bei der 0°-Isotherme zu suchen sein, stellenweise aber sehr viel weiter südlich liegen.

Die italienische Biene (*Apis mellifica-var. ligustica* Spin.). Die gelbgeringelte italienische Varietät mit bräunlichem Schildchen dürfte aus einer Kreuzung der ägyptischen Honigbiene (*Apis fasciata* Latr.) mit der dunklen *Apis mellifica-mellifica* L. hervorgegangen sein. Sie ist nicht gleichmäßig in Italien verbreitet. Die Italiener unterscheiden seit langem drei Arten, die gewöhnliche braune Biene, die sich in Nord-, Mittel- und Süditalien findet, dann die gelbgeringelte mit schwarzem bzw. dunkelbraunem Scutellum (die eigentliche *Ligustica*), die in der Hauptsache in Oberitalien und den Südabhängen der Alpen zu Hause ist, sich aber auch weit südlich erstreckt und schließlich die anscheinend im wesentlichen auf Sizilien zu findende „westasiatische“ mit gelbem Schildchen (Sartori-Rauschenfels 1878, Gerstäcker 1866), also wahrscheinlich die *Cypria* oder *Syriaca* bzw. Kreuzungen mit diesen. Doch kommen in Sizilien auch dunkle Bienen vor (v. Baldenstein 1855).

Importe nach Deutschland usw. Durch v. Baldenstein kam die *Ligustica* erstmalig 1843 nach der Schweiz. Ein Hannoveraner v. Prollius beschäftigte sich in Mira bei Venedig mit der Zucht der *Ligustica*. Auf das Ersuchen des Pfarrers Dzierzon kaufte die k. k. Landwirtschaftsgesellschaft in Wien von Prollius zwei Völker, doch traf nur eines davon in Carlsmarkt (Dzierzons damaligem Wohnsitz) am 19. Februar 1853 ein (Dzierzon 1853, Kleine 1859). Bekanntlich wurde mit diesem Import die Grundlage zu weitgehenden Erforschungen gelegt, die schließlich zur Feststellung der Parthenogenesis bei der Honigbiene führten. Dzierzon hatte allerdings schon früher (1845) darauf hingewiesen, daß die Drohneneier einer Befruchtung nicht bedürften. Nach England gelangte die *Ligustica* erstmalig 1859 (Cook 1888, Cowan 1902), ebenfalls nach Frankreich (Girard 1896).

Exporte nach Amerika. Von Deutschland wurde die *Ligustica* bereits 1855 nach Amerika eingeführt (Dzierzon 1855, Gerstäcker 1866) und zwar nach Pennsylvanien, 1859 nach New York (Dzierzon 1859) und gleichzeitig nach Pennsylvanien (Kalb 1859), 1860 kamen die ersten Völker direkt von Italien dorthin (Cook 1888). 1861 brachte Fröhlich die *Ligustica* nach Blumenau (Brasilien) (Fröhlich 1865) usw.

Nach Asien. Durch die holländische Regierung wurden 1877 nach Java (Buitenzorg) 24 Völker der *Ligustica* aus Deutschland exportiert (G. Dathe 1877), nach Ceylon kam sie 1882 (R. Dathe 1883). Mir kam in Ceylon im Jahre 1912 ein Volk der *Ligustica* zu Gesicht.

Nach Australien. Nach Australien gelangte die italienische Biene erstmalig 1862 (Woodbury 1863) und von dort kam sie 1887 nach Deutsch-Guinea (Abram 1887).

Diese sehr beliebte Varietät findet sich jetzt in allen Weltteilen, aber meistens nicht mehr in reiner Züchtung, da viele andere Varietäten im In- und Ausland zur Einführung gelangten, so daß irgend eine reine Rasse meist nur noch in den Ursprungsländern zu finden ist und auch da vielfach nicht mehr.

Die cyprische Biene (*Apis mellifica-var. cypria* Pollmann), die sich unter anderem durch die hellere gelbe Färbung und durch das gelbe Schildchen von der italienischen Varietät unterscheidet, war eine Zeitlang die Lieblingsbiene zahlreicher Imker.

Einführung nach verschiedenen Ländern. Durch Cori wurde sie im Jahre 1866 erstmalig nach Brüx bei Teplitz gebracht, doch ohne Erfolg (Cori 1875). Gemeinsam mit Graf Rudolph Kolowrat zu Hroby bei Tabor in Böhmen beschaffte Cori weitere Importe nach Brüx und Schloß Hroby in den Jahren 1872 und 1874. Im Jahre 1876 vertrieb Cori die cyprische Biene nach Deutschland (Goeken 1878). 1877 gelangte sie ohne Erfolg von Deutschland nach Amerika (Gravenhorst 1877) und nach Java (Buitenzorg) (G. Dathe 1877), doch hat dieser letztere Import ebenfalls zu keinen Resultaten geführt (Schröder 1881). Ich fand diese Bienen dort im Jahre 1912 nicht mehr vor. 1879 sandte sie Stáhala (1880) von Dolein bei Olmütz mit Erfolg nach Fort Plain bei New York und Gravenhorst (1880) brachte sie im gleichen Jahre wohl erstmalig nach England. 1880 ließ sich der Amerikaner Frank Benton auf Cypern nieder und versorgte auch Deutschland aufs neue (nicht erstmalig, wie mehrfach angegeben wird) mit den damals noch immer sehr begehrten Königinnen. D. A. Jones, der zusammen mit Benton auf Cypern weilte, sandte sie ebenfalls noch 1880 nach Kanada und England (Gravenhorst 1881). Benton nahm diese Varietät 1881 erfolgreich nach Ceylon mit und im selben Jahre auch nach Batavia bzw. Buitenzorg, ohne hier eine Einbürgerung zu ermöglichen (Schröder 1883).

Die *Cypria* ist dann noch einige Jahre lang vielfach verbreitet worden; so kam sie 1882 direkt von Cypern aufs neue nach England (Cowan), doch ihre rasende Stechwut ließ das Interesse daran erkalten. Neuere Versuche (Dervishian), sie wieder einzuführen, verliefen im Sande.

Die syrische (palästinische) Biene (*Apis mellifica-var. syriaca* Butt.-Reep.) steht der cyprischen sehr nahe, weshalb sie hier be-

sprochen sein möge. Es ergibt sich, daß in Syrien zwei Formen vorhanden sind, einmal die ägyptische typische *Apis fasciata* und dann die seit langem als syrische Biene bekannte, die in der bienenwirtschaftlichen Welt eine nicht unbeträchtliche Rolle gespielt hat und teilweise in ihren Bastardierungen noch spielt. Sie ist systematisch an getrockneten Exemplaren nicht einzugliedern. Ich muß hierüber auf meine frühere Arbeit verweisen (Butt.-Reep. 1906).

Verbreitung. Die *Syriaca* dürfte in den 70er Jahren zuerst nach Deutschland gekommen sein. 1880 gelangte sie nach Amerika und England (Gravenhorst 1881) und 1881 nach Ceylon und Batavia (Schröder 1881).

Die kaukasische Biene (*Apis mellifica-var. remipes* Pall.) wurde, soweit ich ermitteln konnte, erstmalig im Jahre 1877 durch Butlerow (1878) in nördliche Gegenden verpflanzt und zwar von Wladikawkas nach Moskau. 1879 kamen die ersten kaukasischen Königinnen nach Deutschland (Butlerow, Vogel, Günther 1879), ferner 1880 (G. Dathe 1881) und im gleichen Jahre nach Steiermark (Mayr). Anfang der 80er Jahre gelangte sie auch nach Palästina (Lämmle) usw. So überaus sanft die reine Rasse, so sehr stechlustig sind die Bastarde; der Import hat daher bald aufgehört und die neuerlichen Versuche eines Geschäftsmannes (Benton), sie wieder nach Nordamerika zu importieren (Phillips 1905), dürften eine Nachzucht der eingeführten Königinnen kaum hervorgerufen haben.

Die Krainer- oder Norische Biene (*Apis mellifica-var. carnica* Pollmann) findet sich in Krain, Kärnten und angrenzenden Gebieten. Sie wurde in den letzten 20 Jahren in Tausenden von Völkern nach Deutschland, Schweiz, Österreich-Ungarn usw. eingeführt. Im Auftrag der Königl. englisch-ostindischen Gesellschaft der Wissenschaften kam sie erstmalig im Jahre 1870 von Krain nach Bombay (Rothschütz 1872), 1877 nach Java (Dathe 1877) und 1880 durch D. A. Jones nach Amerika (E. A. Root 1911).

Die griechische Biene (*Apis mellifica-var. cecropia* Kiesenwetter). Im Jahre 1860 sandte der Leibarzt des Königs von Griechenland Dr. v. Roser auf Ersuchen zwei Völker der griechischen Biene vom Kloster Caesarea vom Hymettus an den Medizinalrat Dr. Küchenmeister in Dresden (1862). Kiesenwetter (1860) gab eine kurze Beschreibung. Man faßt sie gewöhnlich auf als einen Bastard zwischen der *Ligustica* und der *Mellifica* s. str. resp. als eine Abart der *Ligustica* (Vogel, Küchenmeister, Berlepsch usw.). Sie dürfte aber wohl ein Kreuzungsprodukt der dunklen *Mellifica* mit anderen *Fasciata*-Mischlingen sein, die schwerlich über Italien nach Griechenland ihren

Weg fanden, sondern sich von Kleinasien über die Inseln bzw. über die Enge der Dardanellen allmählich ausbreiteten. Finden wir doch diese Abart z. B. an den Küsten des Marmarameeres in Brussa (Gerstäcker), ferner auf Samos, Rhodos, den Cykladen und Sporaden, wohin sie kaum über Italien gekommen sein dürften. Die *Cecropia* ist als Bastard zu betrachten, ohne besondere biologische und morphologische Merkmale. Ich nehme sie daher nicht in die Bestimmungstabelle auf. In der Färbung unterscheidet sie sich von der Mellifica s. str. durch seitliche, mehr oder weniger ausgedehnte rotbraune Flecken auf dem zweiten Segment. Oft auch die ersten $1^1/_2$ bis 2 Segmente rostrot. Sie ist zu streichen.

Afrika. Wir finden die *Apis mellifica* vom Norden bis zum Süden in den verschiedensten Varietäten heimisch. Die Übersicht ergibt ein recht buntes Bild, zumal auch vielfach schon künstliche Vermischungen stattgefunden haben.

Die ägyptische Biene (*Apis mellifica-var. fasciata* Latr.). Ägypten bietet im ganzen noch ein verhältnismäßig wenig gestörtes Gebiet. Wir sehen dort die hellgelb gebänderte *Fasciata*, die bis nach Syrien hinein anzutreffen ist.

Die vielfachen Angaben des Vorkommens der *Fasciata* im Himalaja und in China stützen sich, soweit ich sehe, seit vielen Jahrzehnten nur auf zwei Museumsexemplare (♀♀) aus dem Himalaja und ein Exemplar aus China (*A. cerana*)!!! (Gerstäcker 1866).

Die *Fasciata* kam 1864 erstmalig durch den Berliner Akklimatisationsverein nach Deutschland (Vogel 1865) und 1867 durch Woodbury nach England und Amerika (Noll 1867). Nach Gerstäcker (1866) soll sie schon 1865 nach England gekommen sein.

Die gelbe afrikanische Biene (*Apis mellifica st. unicolor-adansoni* Latr.) findet sich weit zerstreut. Die Färbung ist ein rötliches Gelb. Ich konnte sie konstatieren in Senegal, Guinea, Gaboon, Kamerun, Kapland, Delagoa-Bai, Angola, Natal, Togo (Hinterland), Togo (Amedzowe), Deutsch-Ostafrika, Ostafrika (Mombassa und Musa, Bez. Tanga), Südost-Tanganyika (Uvanda-Rukwa-Station), Ost-Usambara.

Ich kann mich nicht entschließen, die *Adansoni* als eine gute von *A. mellifica* L. gesonderte Art zu führen, nur weil sie, wie W. A. Schulz (1906) meint, „wegen der verhältnismäßig kürzeren und auf der Innenfläche nur neun Borstenreihen tragenden Hinterfersen ihrer ♀♀“, sich genügend von der *Mellifica* s. str. abtrennt. Auch F. Smith (1865) war dieser letzteren Ansicht. Durch ihre Angliederung an die Subspezies *Unicolor* (Butt.-Reep. 1906) steht sie im System genügend weit von der *Mellifica*-*Mellifica* ab.

Die dunklen afrikanischen Bienen sind ebenfalls weit zerstreut. Die schwarze Madagaskarbiene (*Apis mellifica st. unicolor* Latr.), die dunkelste von allen, findet sich anscheinend auf Madagaskar, Mauritius (Isle de France) und Bourbon (Isle de la Reunion) beschränkt. Die Angabe (Pérez), daß sie auch auf den Kanarischen Inseln vorkomme, dürfte irrtümlich sein. Bingham (1897) stellt die *Unicolor* unrichtigerweise zur *Apis indica* F.

Als Varietäten gliedern sich der Subspezies *Unicolor* ferner an: Die afrikanische Biene (*Apis mellifica st. unicolor-var. intermissa* Butt.-Reep.), die sich durch die Querbinden auf den Abdominaltergiten von der *Unicolor* unterscheidet. Mir lagen Exemplare voraus Malta, Algier, Ostafrika (Ukinga, Kilwa, Mikindani), Kilimandscharo, Togo, Kamerun, Nord-Galla, Nord-Nyassa (Langenburg). Sie kommt wahrscheinlich auch auf den Kanarischen Inseln vor.

Eine weitere Varietät ist die dunkle *Apis friesei* Butt.-Reep. mit gelbem Scutellum. Sie findet sich in Togo (Westafrika) und Mombassa (Ostafrika).

Zwischen diesen dunklen und den helleren Arten sind zahlreiche Bastardierungen vorgekommen und die meisten der aus Afrika eingelieferten Bienen gehören dieser Bastardgruppe an.

Verbreitung nach und von Afrika. Exporte europäischer Bienen nach Afrika haben laut Berichten von Missionaren usw. verschiedentlich stattgefunden. Die nordafrikanische dunkle (sogenannte „tunesische“, „punische“ usw.) Biene gelangte mehrfach nach England, Frankreich, Amerika und dem Kontinent. Aber auch südafrikanische Formen vom Kap wurden nach England versandt (Cheshire 1886).

Die kleinasiatisch-griechischen Varietäten, wie sie sich an den Küsten und auf den Inseln des Ägäischen Meeres finden, bieten, soweit ich es zu überblicken vermag, ein Quodlibet aller möglichen Mischungen. Es erscheint aussichtslos und nutzlos, hier irgendwie brauchbare Trennungen durchzuführen. Einesteils lassen diese Bastarde sich der *Cecropia*, anderenteils der *Syriaca* bzw. *Cypria* zuweisen usw. Es liegen mir zwölf ♀♀ und eine ♂ vor aus Rhodos, die stark in den bezeichneten Grenzen untereinander variieren. Wahrscheinlich hat die Nähe des Festlandes auf dieser Insel die Bildung einer einheitlichen Lokalrasse vereitelt. Weitere Exemplare ♀♀ stammen aus Chios, Kalymnos, Kos, Keos (Zea, Tzia), Karystos (Süd-Euboea), ferner Samos (Marathokampos), Ephesus, und schließlich aus Brussa, schon dem angrenzenden Marmarameer zugehörig.

Weitere europäische Bastardbienen. Eine andere Gruppe von Bastardbienen ist in Niederwestösterreich anzutreffen. Die dort

heimische Biene, die in der bienenwirtschaftlichen Literatur als besondere Abart behandelt wird, zeigt in den Eigenschaften und der durchaus unregelmäßigen Färbung Bastardmerkmale zwischen der *Carnica*, *Mellifica* und *Ligustica*. Dergleichen oft nur von Bienenhändlern lancierte Abarten gibt es zahlreiche, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Ich nenne nur die Banater-, Dalmatiner-, Herzegowiner-, Lungauer- und Brabanterbiene usw.

Asien. In Asien und dem Archipel haben wir als heimische Bienenformen die *Apis indica* und ihre verschiedenen Varitäten, ferner die nicht domestizierbaren *Apis dorsata* und *Apis florea*. Von den Importen der *Mellifica* s. str. und ihrer europäischen Varietäten war schon auf den vorhergehenden Seiten die Rede.

Die *Apis indica* F. scheint sich nur in Indien (Festland) vorzufinden. Die dunklere Varietät *Peroni* (vgl. Butt.-Reep. 1906) ist anscheinend weiter verbreitet. Exemplare lagen mir vor vom Himalaja, Ceylon, Assam, Sumatra, Tonkin, Japan, Süd- und Nord-Celebes, Palawan bei Borneo. Sie wurde außerdem noch gefunden in Pondichery, Poona, Amboina, West- und Süd-Java, Lombock, Nikobaren, Andamanen, Schanghai, Hainan, Isle de France, Luzon; ferner konnte sie in Senegal (vgl. Butt.-Reep. 1906) konstatiert werden, wie auch auf den Kapverdischen Inseln (Enderlein 1906) und die Varietät *Koshevnikovi* in Kamerun und Borneo (nicht Himalaja — Enderlein 1906). Die Varietät *Picea* wurde bisher in Nord-Celebes und Tonkin festgestellt und die *Javana* Enderl. in West-Java (Pengalengan).

Die chinesische Biene (*Apis sinensis* Sm.) gehört ebenfalls der *Indica*-Gruppe an. Sie ist bisher aus Japan und China (Yunnan) eingesandt worden, desgleichen die *Japonica* aus Japan und aus der Umgebung von Wladiwostok.

Auf dem Festlande Indiens soll im Distrikt Bhutan eine größere Varietät der *Indica* vorkommen (Douglas 1884), doch liegt wissenschaftlich beobachtetes Material noch nicht vor. Es handelt sich wahrscheinlich um die europäische Biene.

Die indische Riesenbiene (*Apis dorsata* F.) scheint über den größten Teil des indischen Festlandes verbreitet zu sein. Zahlreiche Exemplare ferner aus Ceylon, Assam, Java, Sumatra, Borneo, Palawan (Borneo), Philippinen; die Jugendform *Testacea* aus Annam, Sumatra und Timor, die *Zonata* aus Samanga (Süd-Celebes), Nord-Celebes, Java. Bingham (1897) gibt für die *Dorsata* und ihre Varietäten folgende Fundorte an, die durch die oben angeführten erweitert sind: „Durch ganz Indien, Burma, Tenasserim, Ceylon sich bis nach China

hinein erstreckend und in der malaiischen Region bis Java". Sie kommt auch in Lombok vor. Im Inneren Malakkas konstatierte ich sie im Jahre 1912.

Die indische Zwergbiene (*Apis florea* F.) dürfte ebenfalls ein sehr großes Verbreitungsgebiet besitzen. Es liegen mir Exemplare vor aus Vorderindien, Ceylon, Java, Soekaranda (Sumatra), Siam, Kelantan (Malakka). Die drei letzten Fundorte beziehen sich auf die Subspezies *Andreniformis* Sm. Außerdem wurde die *Florea* gefunden in Kumaun, Sikhim, Nordwestprovinzen von Indien, Bengalen, Zentralindien, Madras, Coonoor, Kalkutta, Bangalore, Malabar, Assam, Burma, Tenasserim, Tonkin. Die Angabe Binghams (1897): „verbreitet sich in der malaiischen Region bis Java", muß durch die Auffindung der neuen Varietät *Rufiventris* Friese bis nach Borneo ausgedehnt werden, da Fruhstorfer sie von Tonkin und Palawan (Borneo) mitbrachte. Die Varietät *Fuscata* Enderl. findet sich in „Indien". Eine neuerdings ebenfalls aufgestellte Varietät der Subspezies *Andreniformis*, die *Sumatrana*, findet sich auf Sumatra (Soekaranda) und im Himalaja (Enderlein, i. l.).

Drittes Kapitel.

Polymorphismus und Morphologisches.

Das wunderbare Staatenleben geht mit einer überaus vielseitig angepaßten körperlichen Organisation Hand in Hand. Eins ist die Resultante des anderen. Wie uns die Biologie Aufschlüsse über den besonderen Zweck einer bestimmten körperlichen Organisation gegeben, so umgekehrt diese über zum Teil recht verwickelte biologische Verhältnisse. Und dort, wo wir den Zusammenhang noch nicht klar erkennen, da sind wir im Gebiet der Rätsel und — Irrtümer.

Zu einer gründlichen Kenntnis der Biologie gehört daher vor allen Dingen auch die Kenntnis der Leibesorganisation. Da wir nun seit kurzem ein vortreffliches, sehr ausführliches Werk über den „Bau der Biene" (Zander 1911) besitzen, so soll hier bei dem beschränkten Raum nur eine ganz kurze Übersicht erfolgen, lediglich um dem neu an das Thema Herantretenden eine Wegleitung für die folgenden Kapitel zu geben.

Das hier nicht zur Abhandlung Gelangende, in das Gebiet der Morphologie und Anatomie Fallende wird jeweils dort näher erläutert und eventuell bildlich dargestellt werden, wo es zur Darlegung der biologischen Verhältnisse nötig erscheint.

Polymorphismus.

Unter Polymorphismus versteht man im vorliegenden Sinne die Vielgestaltigkeit der an verschiedene Funktionen angepaßten Mitglieder einer insektenstaatlichen Gemeinschaft.

Bei der *Apis mellifica* gliedern sich die Stände bzw. Kasten der Kolonie in das Weibchen (auch Königin, Weisel, Weiser, Weibchen, Mutterbiene, Stockmutter usw. genannt), in die Arbeiter (Arbeiterinnen, Arbeitsbienen, Neutra usw.) und in die Männchen (Drohnen.) Die von Arbeiterinnen erzeugten Drohnen heißen Afterdrohnen. Da nun aber bei der Biene die unbefruchteten Königinnen und Arbeiterinnen unter besonderen Umständen ebenfalls in die Eiablage eintreten, so haben wir unter Einschluß weiterer anormaler Zwischenformen folgende Lebewesen im Bienenstaat zu unterscheiden:

Typische Formen.

Befruchtete und unbefruchtete Königin ♀.
Drohne ♂.
Arbeiterin ♀.

Dieser Trimorphismus wird nun aber hin und wieder meistens unter teilweisem Fortfall normaler Formen durch atypische Zwischenformen ersetzt bzw. ergänzt.

Atypische Formen.

Unbefruchtete eierlegende Königin.
Ergatogyne befruchtete Königin (Nachschaffungskönigin).
Ergatogyne unbefruchtete Königin.
Eierlegende Arbeiterinnen (Drohnenmütterchen, Afterköniginnen).
Gynandromorphe (Zwitterbienen).
Cyklopenbienen und sonstige Mißbildungen.

Während bei den Ameisen (Escherich 1906 a) eine außerordentliche Vielgestaltigkeit der Formen vorherrscht, kommt es bei sämtlichen sozialen *Apidae* im Grunde genommen nicht über den Trimorphismus, wie er sich in den Fig. 6 bis 8 darstellt, hinaus. Die für

Apis mellifica angeführten Zwischenformen sind mehr oder minder geringfügige morphologische oder biologische Modifikationen, die fast nur unter anormalen Verhältnissen auftreten und selten oder — wie die Cyklopenbienen usw. — nie eine biologische Bedeutung gewinnen.

Normale Zusammensetzung des Volkes. Während wir im Winter und zeitigem Frühling neben der einen Königin auf den senkrecht herabhängenden stets in bestimmter Entfernung (S. 96) voneinander gebauten Waben in einer kräftigen Kolonie ungefähr 20000 Arbeitsbienen zählen, steigert sich die Volksmenge in den Monaten Mai und später auf 50000 bis 60000 und unter Umständen sogar auf 70000 bis 80000 und mehr Individuen. Im Frühling werden dann in einem ungestörten vom Züchter nicht beaufsichtigten Volk ungefähr 1000 und mehr Drohnen hinzuerzeugt, die im Sommer bei

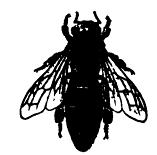

Fig. 6. Königin.


Fig 7. Drohne.


Fig. 8. Arbeiterin.

Trachtpausen und wenn die Schwarmlust vorbei ist, von den Waben durch die Arbeiterinnen abgetrieben und zum Teil zum Flugloch „hinausgeritten“ werden. Die sogenannte Drohnenschlacht (S. 138) beseitigt alsdann diese unnützen Fresser. Bei schwarmlustigen Rassen, wie die Heidebiene, kann sich bei ungehinderter Tätigkeit die Anzahl der Drohnen bis 5000 und mehr steigern. Es sei an dieser Stelle nur diese kurze Übersicht gegeben.

Morphologisches.

Die Entwicklung des Embryos im Ei. Eines der größten Wunder im Bienenstaat ist der innerhalb dreier Tage im Ei sich heranbildende Embryo. Über die Eiablage selbst, Form und Zahl der Eier usw. findet sich Näheres im Kapitel über die Biologie.

Auf die ersten Vorgänge der Eireifung, der Befruchtungsvorgänge, soweit sie sich im Inneren des Eies abspielen, gehe ich nur kurz ein. Ich verweise auf Zander (1911). Die aus den Geschlechtszellen im Inneren des Eies unmittelbar nach der Befruchtung bzw. nach der Ablage durch Teilungsprozesse hervorgehenden Zellen wandern an die Peripherie des Eies, es bildet sich eine Art Zellenhaut, das sogenannte Blastoderm, das den Dotter des Eies umgibt.

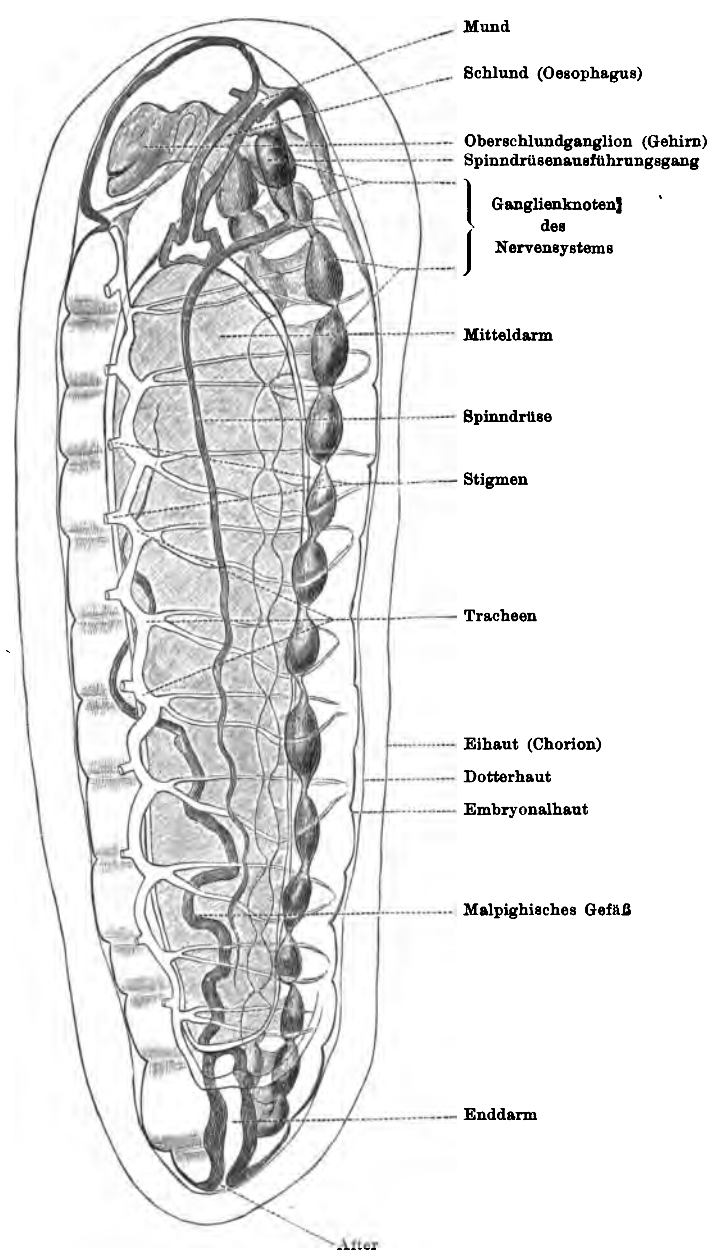


Fig. 9. (Original.)
Bienenei im Alter von ca. $2^1/_2$ Tagen gezeichnet nach Dauerpräparat.
Stark vergrößert.

Man muß sich nun diese Zellenhaut nicht überall gleichmäßig ausgebreitet vorstellen. Schon von Anfang an wandert in wunderbarer Gesetzmäßigkeit ein Teil der Kerne nach bestimmten Stellen der Peripherie und bildet dort nach und nach dickere Partien, Wülste und Einschnürungen. Vor allem schnürt sich die Kopfstelle ein wenig von der übrigen fast formlosen Masse ab. Dann beginnt die Segmentierung (Ringelung), wie sie an der ausgeschlüpften Larve in so ausgeprägter Weise in die Erscheinung tritt, sich bemerkbar zu machen und in zehn von diesen Segmenten stülpen sich von außen kleine Vertiefungen ein, die späteren Stigmen, welche die Öffnungen des reich verzweigten Luftröhrensystems bilden (Fig. 9). Alle Luftröhren (Tracheen) bis in die feinsten Verzweigungen entstehen durch Verlängerungen dieser Einstülpungen. Um diese Zeit sind an den ersten drei Segmenten kleine, stummelartige Erhebungen bemerkbar, aus denen später die drei Beinpaare hervorgehen. Auch an den folgenden Hinterleibssegmenten sieht man schwache Hervorwölbungen, die man als Afterfußpaare gedeutet hat, d. h. als eine atavistische Erscheinung, die darauf hinweist, daß gewisse Anfangsvorfahren der Biene Tiere gewesen sein müssen, die sich auf vielen Beinpaaren bewegt haben. Diese Afterfußpaar-Anlagen verschwinden bei der Biene sehr bald wieder.

Außer den Stigmen stülpen sich, wie es die Zeichnung deutlich erkennen läßt, der Mund und der Schlund, der After mit dem Enddarm von außen ein, bis beide Teile auf den Mitteldarm stoßen. Der Schlund öffnet sich in den Mitteldarm noch vor dem Ausschlüpfen der Larve aus der Eihaut, so daß die Larve sofort zu fressen vermag. Die Abbildung zeigt, daß die Wandung des Darmes bereits gewichen ist und nur noch eine sehr schmale Schicht den Verschluß bewirkt. Da der Futterbrei, ohne Rückstände zu hinterlassen, von der Larve aufgenommen wird, bleibt der Enddarm bis gegen das Ende des Larvenlebens blind geschlossen (Fig. 9).

Auf der Abbildung zeigt sich ferner, daß der Mehrzahl der Segmente ein Paar der Nervenknoten der Bauchganglienkette entspricht. Die zweite Ganglienkette habe ich nur zum Teil in Umrissen angedeutet. Wie die Trittschnüre einer Strickleiter ziehen sich von der einen Kette zur anderen Verbindungsfasern in breiter Bahn.

Vergleicht man das Nervensystem der erwachsenen Biene hiermit (Fig. 10), so erkennt man, wie später eine Vereinigung verschiedener Nervenknoten stattfindet.

Die Spinndrüse ist ein Larvenorgan, welches sich später, nachdem sich die Larve eingesponnen hat, zu Speichel- bzw. Futterbreidrüsen um-

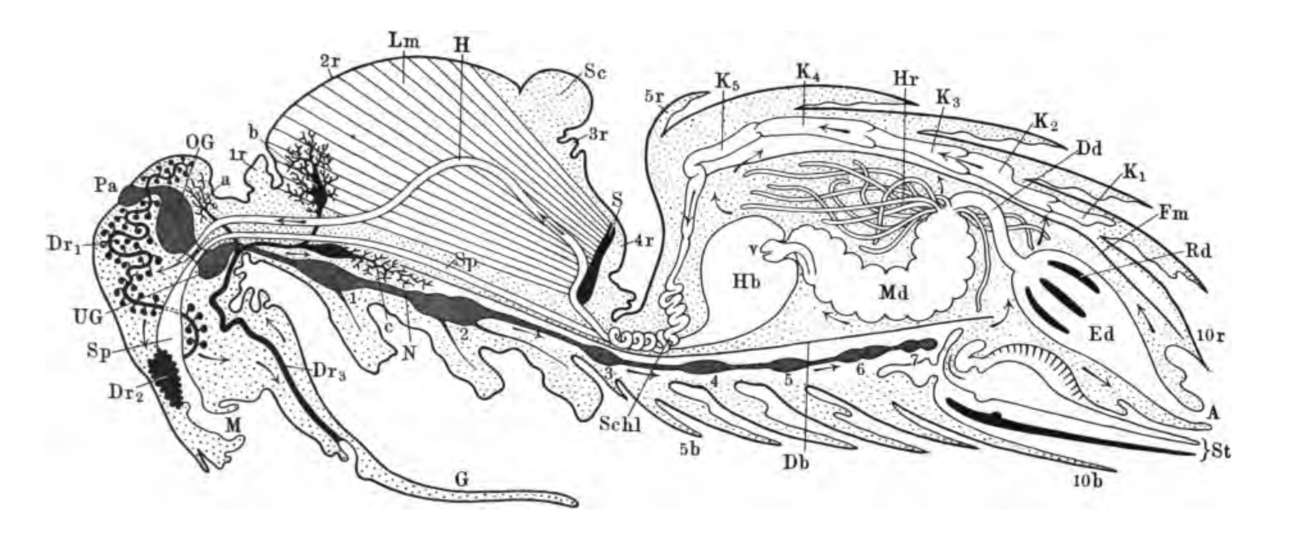


Fig. 10 (schematisch).

Durchschnitt durch eine erwachsene Arbeitsbiene (kombiniert aus Zander). Vergr. etwa 16:1.

A After; *a* bis *c* siehe *Dr 3*; *5b* bis *10b* Bauchschuppen (Sternite); *Db* dünne Muskelplatte zwischen Darm und Nervensystem; *Dd* Dünndarm; *Dr 1* paarig angelegte Schlunddrüse (System I nach Schiemenz 1883); *Dr 2* paarige Vorderkieferdrüse (System IV nach Schiemenz); *Dr 3* Hinterkieferdrüse (System II und III nach Schiemenz), [*a* bis *c* Drüsensäcke, davon *a* und *b* paarig angelegt]; *Ed* Enddarm; *Fm* Herzflügelmuskeln; *G* Zunge, Rüssel; *H* Herzschlauch; *Hb* Honigblase; *Hr* Harnröhren (Malpighische Gefäße); *K 1* bis *5* Herzkammern; *Lm* Flugmuskel; *M* Mund; *Md* Mitteldarm; *N* Ganglienkette mit Nervenknoten *1* bis *7*; *OG* Oberschlundganglion (Gehirn); *Pa* zu den Punktaugen ziehende Nervenstränge; *1r* bis *10r* Rückenschuppen (Tergite); *Rd* Rektaldrüsen; *S* Flugspange; *Sc* Schildchen (Scutellum); *Schl* Herzschlingen; *Sp* Speiseröhre (Oesophagus); *St* Stachelanlage; *UG* Unterschlundganglion (Gehirn); *v* Magenmund. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutkreislaufes an.

wandelt. Ich habe, um das Bild nicht zu verwirren, nur den einen Spinndrüsengang der rechten Seite gezeichnet. Der Ausführungsgang der beiden Spinndrüsen endet vorn im Munde.

Von dem sich in der Larve zweiästig anlegenden Exkretionsorgan (Malpighisches Gefäß), welches später in dem ausgewachsenen Tiere ein ganzes Bündel von Ästen aufweist (Fig. 10), ist der eine Ast auf der Abbildung sichtbar.

Überblickt man diesen komplizierten Bau, der in dem kaum 3 mm langen Ei (vgl. Fig. 35) innerhalb dreier Tage in die Erscheinung tritt, so steht man in höchster Bewunderung vor der geheimnisvollen Werkstatt der Natur.

Diese Organisation bleibt so während des ungefähr sechstägigen Larvenlebens unter Vergrößerung und Streckung der einzelnen Organe. Die Größenzunahme ist während dieser Zeit eine ganz außerordentliche. Dann geht die Verpuppung vor sich (Zander 1911) und während der Puppenruhe bilden sich die Organe der „Imago" — also des erwachsenen Tieres — aus.

Die Fig. 10 zeigt uns einen Längsdurchschnitt durch eine erwachsene Arbeitsbiene. Die Geschlechtsorgane sind fortgelassen, um das Bild nicht zu verwirren, sie sind überdies bei der Arbeitsbiene rudimentär und spielen ihre volle Rolle nur bei der Königin.

Durch die scharfe Gliederung der erwachsenen Biene (Imago) in Kopf, Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen) ist einesteils schon eine Verlagerung der larvalen Körperteile bedingt, doch sehen wir daneben zahlreiche neue und umgewandelte Organe, auf die zum Teil in den späteren Ausführungen noch näher Bezug genommen wird.

Die Arbeitsbienen werden vielfach fälschlich als „verkümmerte" oder „mangelhaft ernährte" Weibchen bezeichnet. Das ist gerade so richtig oder so verkehrt, als wenn man die Königin eine verkümmerte reichlich gefütterte Arbeiterin nennen wollte. Beides ist in gewissem Sinne richtig, wie das aus dem Kapitel über die Stammesgeschichte ersichtlich werden dürfte. Die Arbeiter haben aber Organe, welche die Königin gar nicht besitzt und umgekehrt. Das sind Unterschiede, die nicht in mangelhafter oder reichlicher Ernährung ihre Ursache finden, sondern in Verschiedenheiten des Keimplasmas (S. 87 ff.), in phylogenetischen Entwicklungsverhältnissen! Die Königin ist tatsächlich eine, wenn man so will, degenerierte Arbeiterin, die alle ihre Arbeitsinstinkte verloren hat und nur noch Eierlegemaschine ist (S. 62, 111).

Viertes Kapitel.

Die Parthenogenese bei der Honigbiene.

Es würde wohl ein Buch für sich bedeuten, wollte man die Geschichte der Parthenogenesis, der „jungfräulichen Zeugung“ bei der Honigbiene nur einigermaßen ausführlich schildern, es würde zugleich eine Geschichte menschlicher Irrungen, Wirrungen und laienhafter fixer Ideen sein, eine Schilderung der sonderbarsten leidenschaftlichsten Kämpfe, und schließlich ein Abklingen in Weltanschauungsfragen, die sogar ein Echo im erzbischöflichen Palast zu München fanden! Sapienti sat!

Unter Parthenogenesis bei der *Apis mellifica* L. versteht man die Entstehung fortpflanzungsfähiger Lebewesen aus unbefruchteten Eiern, gleichgültig ob die Produzentin der Eier jungfräulich ist oder nicht.

Hier muß ich mich auf wenige geschichtliche Angaben beschränken. Aristoteles wußte schon, daß bei Abwesenheit des Weisels die Arbeiter ohne Begattung Drohnen hervorbringen und daß Arbeiter dann nicht mehr entstehen (Aubert und Wimmer 1858). Diese frühzeitige Erkenntnis mußte später neu wiedergewonnen werden. v. Siebold (1856) gibt einige historische Rückblicke, ferner Leuckart (1858), G. Seidlitz (1872), Tichomiroff (1888), O. Taschenberg (1892) usw., die sich nicht allein auf die Biene beziehen, finden wir die jungfräuliche Zeugung doch weit verbreitet im Tierreiche und auch bei den Pflanzen. Eine kurze Übersicht findet sich auch in Butt.-Reep. 1902, 1903, 1904 usw.

Ein deutscher Imker Riem (1770) hat, soviel ich zu ermitteln vermag, erstmalig die Aristoteles schen Anschauungen wieder erlangt. Riem, Herausgeber verschiedener bienenwirtschaftlicher Werke, behauptete gegen Charles Bonnet, daß die „gemeinen Arbeitsbienen nur Drohnen“ zeugen. Dann waren es die Österreicher: Janscha (1775), der die Notwendigkeit der Befruchtung der Königin erkannte zur Erhaltung des Volkes, und Janisch (1789), der die Erzeugung von ausschließlich Drohnen durch eine Königin in klarer Erkenntnis auf den „Mangel der drohnlichen Befruchtung“ zurückführte. Diese beiden bisher nicht beachteten möchte ich hervorgehoben haben, wie auch den bayrischen Magister Wurster (1786), von dem später

noch beim Mobilbau die Rede sein wird. Wurster, der auch alle diese Erkenntnisse schon besaß, wußte sogar, daß eine „alte und kränkliche“ Königin nur Drohnen hervorbringt[1]). Seine Ansicht, daß Arbeiter Drohnen erzeugen, hat er sonderbarerweise später widerrufen (1807). Es schließt sich hierauf Fr. Huber (1792, 1814, 1867) an, der die Drohnenbrütigkeit bei der Königin auf eine „verspätete Befruchtung“ schob und auch die Eier von Arbeiterinnen irgendwie befruchtet sein ließ.

Dzierzon machte dann im Jahre 1835 die Erfahrung, daß eine flügellahme Königin jungfräulich blieb und nur Männchen erzeugte. „Die Eier waren entwicklungsfähig aber nur zu Drohnen. Es lag der Beweis vor, daß die Drohneneier der Befruchtung nicht bedürfen“ (Dzierzon 1899). Erst zehn Jahre später veröffentlichte Dzierzon (1845) seine inzwischen herangereifte Lehre von der jungfräulichen Zeugung, indem er nun auch behauptete, daß die von einer befruchteten Königin abgelegten Drohneneier unbefruchtet seien.

Die wissenschaftliche Festigung der neuen Lehre erfolgte durch v. Siebold (1856) und Leuckart (1858). Beide behaupteten, lebende Spermatozoen im Inneren der weiblichen Eier noch nach 12, 15 und 22 Stunden gesehen zu haben, während in Drohneneiern niemals Sperma vorhanden gewesen sei.

Zum Verständnis dieser Vorgänge sei auf die Fig. 11 verwiesen, zum eingehenderen Studium auf Zander (1911).

Aus den zahlreichen Eiröhren der beiden Eierstöcke (Ovarien) *a* gleiten die Eier durch die Ovidukte *b* in den unpaaren Ovidukt *c* und passieren hier den Ausführungsgang (Ductus seminalis) des Receptaculum seminis *d*, hier werden durch geeignete Vorkehrungen (vgl. Zander 1911) die Eier, die in die Arbeiterzellen und in die Weiselzellen abgelegt werden, befruchtet und die für die Drohnenzellen bestimmten gleiten unbefruchtet vorbei (s. a. S. 240).

Zur Erkenntnis, daß die mikroskopischen Befunde der beiden genannten Forscher nicht mehr mit dem neueren Wissen über die Befruchtungsvorgänge im Ei harmonierten, kam meines Wissens erstmalig der bekannte französische, später noch zu erwähnende, Hymenopterenforscher J. Pérez. Er unterbreitete diese Erkenntnis der wissenschaftlichen Welt schon vor einer Reihe von Jahren (1878), die aber, da Pérez keine mikroskopischen Gegenbeweise, sondern nur

[1]) Die Angabe von Leuckart (1858), daß Fr. Huber zuerst diese sekundäre Drohnenbrütigkeit erkannt habe, ist demnach nicht richtig.

wenig beweiskräftige biologische Experimente für seine Ansicht, daß eine Parthenogenese nicht existiere, vorzubringen hatte, kaum Notiz hiervon nahm, obgleich sein Grundeinwurf ein durchaus berechtigter war, wie wir gleich sehen werden. Seine biologischen Einwürfe sind bei klarer Beleuchtung, wie Correns (1907) mit Recht betont, ein Beweis für die Parthenogenesis. Correns korrigiert zugleich die Sansonsche (1878) Widerlegung. Nachhaltiger war diese Gegenbewegung in der Imkerwelt, der Pérez sie (1879) unterbreitete. Die „Bienenzeitung" brachte bald darauf durch einen bekannten Schweizer Imker Jeker (1880) eine Übersetzung, nachdem

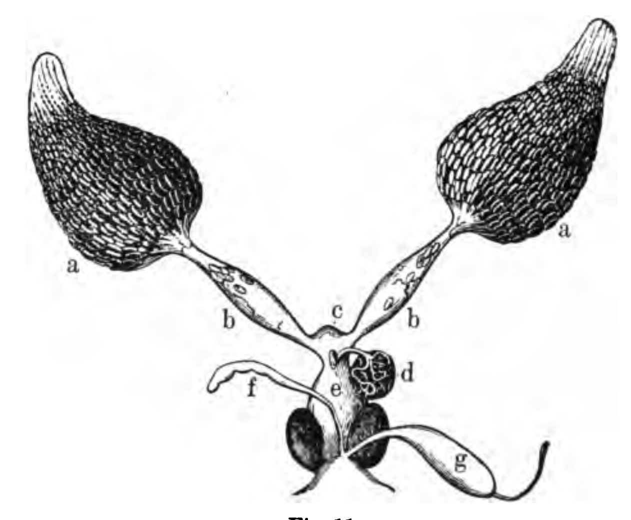


Fig. 11.
Der Geschlechtsapparat der Königin. Stark vergrößert.

a Eierstöcke; *b* paarige Eileiter; *c* unpaarer Eileiter; *d* Samenbläschen mit Stiel (Ductus seminalis) und Anhangsdrüse; *e* Scheide; *f* Schmierdrüse; *g* Giftblase.

Dzierzon (1879) seine Position verteidigt hatte. Der durch Pérez gegebene Anstoß wirkte hier bis in das letzte Jahrzehnt hinein. Der berechtigte Grundeinwurf lautete: „Parmi les auteurs qui, de nos jours, disent avoir observé la pénétration du spermatozoïde dans l'oeuf, il n'en est pas un qui n'admette sa prompte disparition[1]): aucun observateur récent n'a vu de spermatozoïde mobile dans le vitellus. Prises en elles-mêmes, et en dehors de toute autre considération, les recherches de Siebold ne sauraient avoir aujourd'hui la valeur qu'on leur prêta jadis."

[1]) Von mir gesperrt. v. B.

In der Tat erschien die Angabe der beiden Forscher v. Siebold und Leuckart, noch nach so vielen Stunden lebende Spermien im Ei gesehen zu haben, auf Grund der späteren Erfahrungen, daß eine schnelle Umwandlung des Spermas im tierischen Ei einzutreten pflegt, einer Nachuntersuchung bedürftig, zumal der negative Befund bei den Drohneneiern auf Grund der Untersuchungsmethode — es fand eine besondere Art des Zerdrückens der bereits älteren Eier statt (v. Siebold 1856) — ebenfalls nicht beweiskräftig erschien.

Diese und andere Erwägungen[1]) veranlaßten mich im Jahre 1899 — damals in Jena —, eine Prüfung mit der Schnittmethode vorzunehmen, nachdem die Methode v. Siebolds, die ich an ungefähr 100 soeben abgesetzten Eiern versuchte, sich, bei mir wenigstens, nicht als verwendbar erwies. Es ergab sich sehr bald, daß in der Tat eine bedeutend schnellere Umwandlung der eingedrungenen Spermien vor sich ging, als man nach den Sieboldschen Angaben erwarten konnte (vgl. Butt.-Reep. 1899, 1900, 1902, 1904a, wie auch Weismann 1904, S. 250). Hiermit war die Aufrollung der ganzen Frage gegeben. Einige Monate darauf erschien die vorläufige Mitteilung Paulckes über gleichartige Untersuchungen (1899), die, wie zu erwarten war, eine Bestätigung der raschen Veränderung der Zoospermien brachte und das Unbefruchtetsein der Drohneneier betonte.

In Fig. 12 zeigt sich der Teil eines von mir damals veröffentlichten Längsschnittes durch ein befruchtetes Ei in der Gegend der Eintrittsstelle (Mikropyle) der Spermien. Die Bieneneier sind polysperm, es können daher mehrere Spermien eindringen. Beobachtet wurden bisher bis sieben in einem Ei. Es gelangt aber stets nur ein Spermium zur Befruchtung, d. h. zur Verschmelzung mit dem Eikern, die anderen zerfallen. Trotz der Kürze der Zeit — etwa 15 Minuten nach der Ablage — sehen wir bereits Umwandlungen zum Spermakern, der aber noch nicht scharf ausgebildet ist. Die vom Sperma ausgehenden Strahlungen sind durch die Konservierung verzerrt. Besonders charakteristisch ist die starke Protoplasmabahn *p*. Die Zeichnung geschah mittels des Abbeschen Zeichen-

---

[1]) Hierher gehört auch der Zweifel an der Methode selbst, wie ihn z. B. Karsten (1888) zum Ausdruck bringt: „Jeder Sachkundige wird erstaunen über die außerordentliche Geschicklichkeit, mit der Siebold in wenigen Stunden (? v. B.) eine große Anzahl von Bieneneiern in der angedeuteten Weise nicht allein zu präparieren (? v. B.), sondern auch die zarten, nur durch stärkste Objektivlinsen (? v. B.) und bei günstigster Beleuchtung wahrnehmbaren Samenfäden, durch die — bei einem solchen Fokalabstande der Objektivlinsen das notwendige Licht fast gänzlich abschließende — Eihautschale hindurch, dennoch wahrzunehmen verstand“.

prismas. Die Arbeiten von Petrunkewitsch (1901) und die von Nachtsheim (1912, 1913) brachten dann die eingehendsten mikroskopischen Beweise, daß, wenn auch die Untersuchungsmethode v. Siebolds und Leuckarts in diesem Falle nachprüfungsbedürftig erschien, das Resultat ihrer Untersuchungen dennoch richtig war, nämlich die von einer befruchteten Königin abgelegten Drohneneier erwiesen sich stets als unbefruchtet, die Arbeitereier dagegen stets als befruchtet. Somit wurde alle den zahlreichen biologischen Beweisen, die mit großer Kraft auf das Vorhandensein der parthenogenetischen

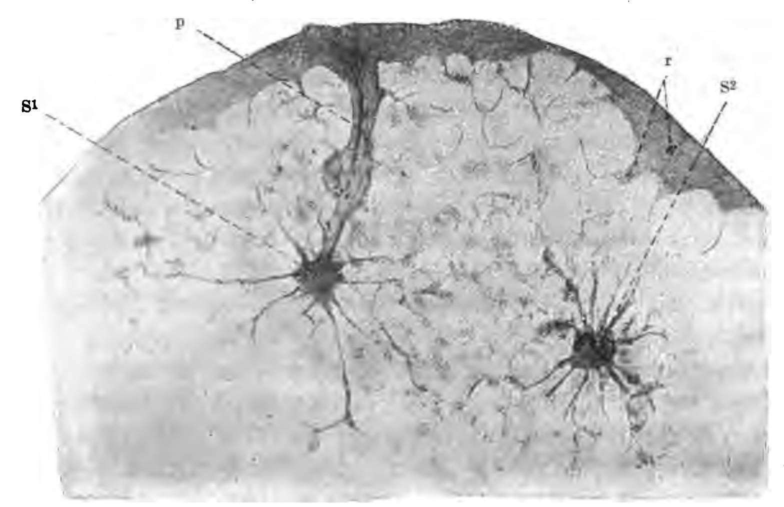


Fig. 12. (Original.)
Befruchtungsvorgänge im Bienenei etwa 15 Minuten nach Ablage des Eies.

S^1 das umgewandelte Samentierchen (Spermakern); S^2 ein zweiter Spermakern; *p* die von der Mikropyle ausgehende von dem Samentierchen bewirkte Protoplasmabahn; *r* die beiden Richtungskörper. Über den Pronucleus (Eikern) war auf dieser Schnittserie nichts Bestimmtes zu ermitteln.

Zeugung bei der *Apis mellifica* und bei anderen Hymenopteren hinwiesen, neuerdings auch durch die ausgezeichnete, mit besonders guten Abbildungen versehene Nachtsheimsche Arbeit (1913) eine erwünschte nochmalige letzte Bestätigung gegeben.

Bei mir persönlich stand dieses Resultat längst fest, gründet sich nach meiner Ansicht doch die ganze Staatenbildung auf dem Vorhandensein einer parthenogenetischen Zeugung, wie ich das früher (1903) zum Ausdruck brachte und wie es im Kapitel über die Stammesgeschichte zur weiteren Erörterung gelangt[1]).

[1]) Ich glaube, gerade diese phylogenetische Notwendigkeit als einen der kräftigsten biologischen Beweise für die Parthenogenesis erachten zu müssen.

Gegen meine Äußerung: „Die geschlechtliche Präformation scheint, soweit unser heutiges Wissen reicht, keine Gültigkeit im Bienenstaat zu haben. Die Befruchtung entscheidet über das Geschlecht“ (1904), hat aber Correns (1907) noch einige Einwendungen erhoben, indem er diese verdrießliche, mit so manchen Verhältnissen auf anderen Gebieten in Widerspruch stehende Tatsache zum Teil durch Annahmen zu beseitigen sucht, denen ich den Boden bereits entzogen zu haben glaubte (1904).

Correns nimmt, wie Beard (1902), v. Lenhossék (1903) u. A. mutatis mutandis an, daß die Eier nicht gleichartig seien. Correns meint, daß „zweierlei Eier bei der Honigbiene gebildet werden“, die er aber „zunächst einander nicht als männliche und weibliche“ (wie z. B. Beard), „sondern lieber als parthenogenetische und befruchtungsbedürftige gegenüberstellt“. „Für gewöhnlich werden die Drohneneier nicht befruchtet, weil sie nicht befruchtet werden können; werden sie es ganz ausnahmsweise einmal, was die Bastardierungsversuche Dzierzons [mir nur aus dem Zitat bei v. Siebold (1856), S. 95 bekannt] doch sehr wahrscheinlich machen, so ist an der männlichen Tendenz nichts mehr zu ändern“. usw.

Aus Dzierzons Angaben geht hervor, daß er einmal bei einem Volk mit deutscher (brauner) Königin, die von einer italienischen (gelben) Drohne begattet sein mußte, da sie Bastardarbeiter hervorbrachte, einige wenige rein italienische Drohnen bemerkte. Correns meint nun, diese wenigen Eier seien befruchtet worden. Hier liegen verschiedene Widersprüche. Da die Drohneneier nach Correns „nicht befruchtet werden können“, so ist dieser Fall ja unmöglich, dann aber, wären sie wirklich befruchtet, so hätten nicht rein italienische Drohnen entstehen dürfen, sondern Bastard-Drohnen. Im übrigen widerstreitet diese Annahme allen übrigen Feststellungen. Dzierzon wußte damals noch nicht, was späterhin, als sich andersfarbige Rassen überall in Deutschland verbreiteten, vielfältig festgestellt wurde, daß sich besonders die Drohnen (aber auch die Arbeiter, s. S. 162, 183) häufig auf andere Stöcke verschlagen. Nach meiner Ansicht handelt es sich um einige Drohnen, die sich aus rein italienischen Stöcken verflogen hatten.

Macht man aber die Annahme, daß, kurz gesagt, das gelbe Blut dominant ist und das braune rezessiv, daß also das gelbe Sperma das braune Ei dermaßen beeinflußt, daß eine rein gelbe Drohne erscheinen muß, so wird bei einer solchen Annahme aber übersehen, daß dann in einem Falle wie dem obigen auch keine Bastard-

arbeiter erscheinen dürften. Eine deutsche Königin von einer italienischen Drohne befruchtet, müßte dann nur rein italienische Arbeiter hervorbringen. Das ist aber nicht der Fall!

Correns stützt seine Annahme, daß die Drohneneier nicht befruchtet werden können, lediglich auf die Annahme Bresslaus (1905), daß bei jeder Spermazufuhr etwa 100 Spermien in den Ovidukt befördert werden. Da wimmelt es also im Eileiter von überflüssigen Spermatozoen. „Wie unter diesen Umständen die Königin ein bestimmtes Ei befruchten soll und das folgende nicht, kann ich mir nicht vorstellen.“ Freilich spricht auch Leydig (1867) von „einer Partie vorquellenden Samens“, wie auch Leuckart (1885), daß „in der Regel eine größere Anzahl“ Spermatozoen abgesetzt würde, während er früher (1858) nur 6 bis 8 angibt, und ich (1905e) ging sogar für die Anfangszeit des Eiablegens über die Bresslausche Annahme hinaus, hielt sie aber für die spätere Zeit für zu hoch gegriffen. Nun kommt aber Adam (1912) auf Grund eingehender Erwägungen und Nachweise zur Überzeugung, daß nur einige wenige, etwa 10 bis 12 Spermien jedesmal zur Absonderung kommen. Die Eier werden auch nicht einfach während des Hinabgleitens im Ovidukt befruchtet, sondern sie werden, wie das übrigens Leuckart (1885) schon ausführte, „durch einen wulstartigen kleinen Vorsprung, der der Einmündungsstelle“ (des Samenblasenganges) „gegenüber von der Bauchfläche der Scheidenwand abgeht, vermutlich dabei in eine Lage gebracht, die es möglich macht, die Samenfäden beim Hervortreten aus dem Samengange direkt auf das obere Ende der Eier, welches die Mykropyle trägt, abzusetzen“ (Leuckart). Adam kommt zu derselben Ansicht und meint mit Recht, daß beim Absetzen der Drohneneier dieses Anpressen nicht stattfindet und solche Eier dann unbefruchtet bleiben müssen. Es ist daher fraglich, ob überhaupt Spermien in den Ovidukt gelangen, wenn, so werden sie wohl an den Wandungen haften bleiben und bald zugrunde gehen. Aus anatomischen, physiologischen und biologischen Gründen müssen die Eier alle gleichartig sein und alle können eventuell befruchtet oder unbefruchtet abgesetzt werden. Ich habe das ausführlich (1904) auseinandergesetzt. Aber auch Wheeler (1910) geht in Gefolgschaft der genannten Autoren und ist geneigt, zwei verschiedene Eiarten (männliche und weibliche) bei der *Apis mellifica* anzunehmen, um die Entstehung der „Gynandromorphen“ einer Erklärung entgegenzuführen. Da dieser Annahme, nach unserer heutigen Kenntnis aber, wie gesagt, die physiologischen und biologischen Verhältnisse strikte entgegenstehen, so liegt die Erklärung

von Boveri (1902) näher, während die alte Darlegung von Dönhoff (1860a) um deswillen nicht ausreicht, weil Dönhoff damals nicht wußte, daß die Bieneneier polysperm sind. Selbst wenn man nach Dönhoff annimmt, mit der notwendigen modernen Modifikation, daß Eier mit „doppeltem Dotter", will also sagen, mit zwei Eikernen (Pronuclei) vorkommen, so dürfte auch eventuell der zweite weibliche Pronucleus eine Verschmelzung mit dem Sperma eingehen. Nur in dem anscheinend seltenen Fall, daß nur ein Spermium eindränge, wäre die Möglichkeit der Entstehung einer „Zwitterbiene" gegeben, aber der bekannte Eugstersche Fall (s. v. Siebold 1864) des Auftretens andauernd zahlreicher Zwitterbienen in einem Volke bliebe dadurch doch unerklärt (s. a. v. Dalla Torre und Friese 1899, Enderlein 1902). Nach Boveri erscheint es möglich, „daß der Eikern sich schon vor der Kopulation mit dem Spermakern, auf Grund seiner parthenogenetischen Fähigkeiten, teilt und der Spermakern erst mit einem der Furchungskerne verschmilzt. Diese Verschmelzung könnte sogar auf noch spätere Furchungsstadien verschoben sein und Polyspermie – bekanntlich bei Bienen vorkommend –" (anscheinend werden die meisten Bieneneier polysperm befruchtet v. B.) „könnte bewirken, daß mit einzelnen Abkömmlingen des Eikerns Spermakerne kopulieren, mit anderen nicht. So würden die mannigfaltigsten Mischungen männlicher und weiblicher Charaktere entstehen können, wie sie in der Tat beobachtet worden sind." Im Eugsterschen Falle brauchte man meines Erachtens nur anzunehmen, daß die betreffende Königin die Eigenschaft besessen hätte, die Eier außergewöhnlich lange im Ovarium zurückzubehalten, so daß Teilungsvorgänge vor der Befruchtung vor sich gehen konnten.

Ungeklärt sind aber bis jetzt jene seltsamen Erscheinungen, wie ich sie (1904) geschildert habe und die das merkwürdige Faktum ergeben, daß, wenn z. B. eine italienische Königin von einer deutschen Drohne befruchtet wird, im ersten Jahre noch zahlreiche Mischlinge erscheinen, im zweiten Jahre fast nur italienische und im dritten Jahre ausschließlich italienische Arbeiter, so daß das Volk als echt italienisches angesprochen werden muß. Dieser von mir beobachtete Fall steht durchaus nicht vereinzelt da [vgl. Dönhoff (1859a)]: „Die von deutschen Drohnen befruchteten italienischen Königinnen zeugen in der ersten Zeit oft lauter deutsche Bienen" (soll wohl heißen dunklere Bienen, also Mischlinge), „später lauter italienische". Preuss (1871) berichtet folgende Äußerung von Dzierzon: „Eins habe ich nur genau bemerkt, daß der mütterliche Körper auf die Nachkommenschaft mit der Zeit mehr und mehr Einfluß gewinnt.

Die echt italienische Königin, auch von einer deutschen Drohne befruchtet, erzeugt allmählich immer mehr ihr ähnliche Bienen." Cori (1875) berichtet das gleiche und fügt hinzu: „eine Erscheinung, die ich bei Müttern anderer Rassen bis jetzt nicht beobachtet habe" usw. Hier liegt nach meiner Ansicht nicht eigentlich eine Beeinflussung der „Nachkommenschaft" vor, sondern anscheinend eine Beeinflussung der Spermien im Receptaculum seminis. Dieser Gedanke will nicht recht aus der Feder, da sich manches dagegen sträubt. Wenn man bedenkt, daß das Sperma jahrelang im Leibe der Königin lebensfrisch und kräftig erhalten wird von Drüsensekreten, die im Receptaculum seminis nachweisbar sind, so liegt der Gedanke einer Beeinflussung nahe. Abgesehen von sonstigen schwerwiegenden Bedenken scheint dagegen zu sprechen, daß umgekehrt (braune Königin, gelbes Sperma) keine Einwirkung festgestellt wurde, doch ist die Aufmerksamkeit bisher nicht genügend darauf gerichtet gewesen. Es entgeht überdies der Beobachtung leichter, wenn ein Volk sich den heimischen braunen (deutschen) Genossen wieder mehr und mehr einfügt, als wenn ein stets gelber werdendes sich mehr und mehr abhebt. Doch sind auch einige Fälle bekannt geworden, die man geneigt wäre, einer solchen Deutung zu unterziehen.

Die Zahl der Spermien im Receptaculum seminis. Da die Königin nur einmal im Leben befruchtet wird und ihre Eierzeugung eine ganz gewaltige ist (s. S. 130), legte es mir der große Spermaverbrauch nahe, die Berechnung Leuckarts von dem Fassungsvermögen des Receptaculum seminis, die er „durch einen befreundeten Mathematiker" ausführen ließ und das von ihm auf 25 bis 30 Millionen Samenfäden (1858) geschätzt wurde, nachzuprüfen. Ich gab hierüber (1902) bereits eine kurze Notiz, die ich (1905e) ausführlicher ergänzte. Es möge hier die Berechnung selbst erfolgen.

Nach Leuckart beträgt der Durchmesser des Receptaculums etwa 1,5 mm. Die Länge der Spermien ergab sich nach meiner Messung $= 275\,\mu$ ($1\,\mu = {}^{1}/_{1000}$ mm) und die durchschnittliche Dicke $= 0{,}2\,\mu$. Nach Cheshire (1886a) ist deren größter Durchmesser $0{,}5\,\mu$ und die Länge $250\,\mu$. Bresslau (1905) beziffert den (größten?) Durchmesser mit $0{,}19\,\mu$. Petrunkewitsch hatte die Freundlichkeit, die mathematische Berechnung auszuführen. Wir nahmen vorerst etwa 2 mm Durchmesser für die Samenblase an, und erachteten die Samenfäden als Zylinder usw. Bei der relativ sehr großen Länge und der schwach keilförmigen Gestalt wurde die durchschnittliche Dicke des Zylinders mit $0{,}1\,\mu$ angenommen.

„Wir nehmen der Einfachheit halber an, das Spermatozoon sei ein Zylinder, das Receptaculum kugelförmig. Die Zahl der Spermatozoen X wird dann sein:

$$X = \frac{\text{Inhalt der Kugel}}{\text{Inhalt des Zylinders}} = \frac{K}{C}.$$

Der Durchmesser des gefüllten Receptaculums ist ungefähr $2R = 2$ mm. Der Inhalt ist folglich nach der Formel

$$K = {}^4/_3\,\pi R^3 = 4{,}186\,000\,0\ldots \text{cmm}$$

oder in cμ, da $\mu = 0{,}001$ mm, $=$ **4186000000** cμ.

Der Durchmesser des Spermatozoon ist $2r = 0{,}1\,\mu$. Die Länge

$$h = 275\,\mu.$$

Der Inhalt ist folglich nach der Formel

$$C = h\pi r^2 = 2{,}158\,75\ \text{c}\mu$$

$$X = \frac{4\,186\,666\,666}{2{,}16} = \mathbf{1946000000}\ \text{Spermatozoen.}$$

Wenn wir den Durchmesser des Receptaculum seminis gleich 1 mm setzen und die Größe des Spermatozoon auf 2,5 cμ erhöhen, so beträgt doch die Zahl der Spermatozoen:

$$X = \frac{0{,}5\ \text{cmm}}{2{,}5\ \text{c}\mu} = \frac{5\,000\,000\,000}{25} = \mathbf{200\,000\,000}.\text{“}$$

Aus der vorstehenden Berechnung von Petrunkewitsch ergibt sich also, daß, falls ein lückenloses Aneinanderfügen der Zylinder möglich wäre, ungefähr 1946 Millionen Spermatozoen im Receptaculum Platz hätten, da diese Möglichkeit aber nicht vorhanden ist, dürfen wir nach einer weiteren gütigen Berechnung eines hiesigen Mathematikers, Prof. Böttger, unter sonst gleichen Verhältnissen nur etwa 1520 Millionen Spermatozoen als höchstmöglich in der Samenblase voraussetzen. Diese ist aber mit einer Flüssigkeit erfüllt, die allerdings wohl zum größten Teil nach der Begattung durch die in Massen hineinwimmelnden Spermien herausgedrängt werden dürfte; immerhin ist die Herabsetzung des Rauminhaltes auf 1 mm hierdurch gerechtfertigt, und wenn wir dann noch, wie es in der Berechnung geschehen ist, den Durchmesser der Spermien um mehr als das Doppelte erhöhen, so wird man den Mindestbetrag von 200 Millionen auf alle Fälle als möglich voraussetzen dürfen. Eine weitere Reduktion erscheint somit nicht notwendig, da durch die Verdoppelung des Durchmessers der Spermien unter gleichzeitiger Verkleinerung des Samenbläschens ein genügender Ausgleich geschaffen sein dürfte.

Die Samenfäden sind 275 μ, also gut $^1/_4$ mm lang. Nehmen wir selbst die alte Leuckartsche Zahl von 25 bis 30 Millionen, sagen wir der Bequemlichkeit halber 28 Millionen, so würden alle Samentierchen aneinandergereiht 7 Millionen Millimeter Länge ausmachen oder 7 km. Bei 200 Millionen nach der neuen Berechnung kämen wir gar zu der gewaltigen Länge von 50 km (Butt.-Reep. 1905 e).

Fünftes Kapitel.

I.

Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates. Der Einfamilienstaat.

Tritt der Forscher erstmalig an eine Bienenkolonie heran, so erscheint ihm alles so seltsam verworren und voller Rätsel. Eine Fülle des Neuen und Geheimnisvollen dringt auf ihn ein, vergebens sucht er nach einem Leitfaden in diesem bunten Getriebe. Wir haben kurz Einsicht genommen in die jetzt bestehenden Verhältnisse im Bienenstaat, die im Kapitel über die Biologie noch eine weitgehende Schilderung erfahren, und es taucht nun die Frage auf: Wie ist diese merkwürdige Familienbildung, dieses Familienstaatsgefüge entstanden? Denn wie alles hier auf Erden sich aus einfachsten Anfängen heraus langsam im Laufe vieler Jahrmillionen entwickelte, so ist auch, wie im ersten Kapitel darzulegen versucht wurde, der Ursprung des Bienengeschlechtes ein in sehr ferne Vergangenheiten und auf einfachere Lebensformen zurückgehender.

Die Abstammung von den Grabwespen (*Sphegidae, Crabronidae*). Vergleicht man die niedrigst stehenden solitären Bienen mit Grabwespenarten, so lassen sich in der Organisation kaum Unterschiede von anscheinend irgendwelcher Bedeutung auffinden. Recht ursprüngliche, einfach organisierte Bienen, z. B. die *Prosopis*- und besonders die *Nomada*-Arten, sind so wespenähnlich, daß sie der Laie für solche halten würde. Während die erwachsenen Grabwespen sich aber selbst von Nektar und Pollen nähren, füttern sie ihre Jungen mit animalischer Kost (Käfer, Spinnen, Raupen, Cicaden usw.). Alle Bienenarten, und wir hörten, daß zurzeit ungefähr 8000 Spezies (S. 3) bekannt sind, nähren sich jedoch im wesentlichen ausschließlich

von vegetabilischen Stoffen (Nektar und Pollen), sich sowohl als auch die Jungen. Wir sehen daher diejenigen Körperorganisationen, die zum Einheimsen dieser so freigebig von den Blüten gewährten Lebensmittel dienen, sich bei den Bienen immer wirksamer ausgestalten und bei den höchststehenden Formen auch die höchste, wunderbarste Ausbildung erreichen.

Es ist bei dem beschränkten Raum leider nicht möglich, einiges in dieses Kapitel Einschlagende näher zu berühren. Ich muß da auf ein früheres Werk verweisen, das sich ausschließlich mit diesen stammesgeschichtlichen Fragen beschäftigt (Butt.-Reep. 1903), immerhin werden hier die wesentlichsten Züge angegeben.

Unterliegt also die Abstammung von den Grabwespen unter den Hymenopterologen keinerlei Bezweiflung (vgl. auch Hermann Müller 1872), so tritt jetzt die Frage heran, wie die Weiterbildung vor sich gegangen sein möge. Will man eine Beantwortung versuchen, so muß man sich selbstverständlich in ein völlig hypothetisches Gebiet begeben, aber ohne Hypothese kommen wir beim Aufbau eines wissenschaftlichen Gebäudes nicht voran.

Schauen wir uns in der Bienenwelt um, so erblicken wir eine Fülle von Formen, die anscheinend auf mehr oder minder niedriger Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, die uns also noch die Stufen zu erkennen geben, über die die höher entwickelten vielleicht hinweggeschritten sein mögen. Benutzen wir diese phylogenetische Stufenleiter und orientieren uns ein wenig in der hochinteressanten, die wundervollsten biologischen Anpassungen zeigenden, meist unbeachtet bleibenden Lebewelt, um auf dieser Grundlage ein Verständnis zu gewinnen für das moderne Getriebe im Staate der *Mellifica*.

Aus dem Leben der solitären Bienen. Die Gewohnheit vieler Grabwespen, eine einfache Neströhre in der Erde anzulegen, findet sich auch noch bei vielen einsam lebenden Bienen und manche morphologisch verhältnismäßig hoch ausgestaltete Arten sind hinsichtlich des Nestbaues, wenigstens soweit die Anlage der Neströhre in Betracht kommt, auf sehr einfacher Basis stehen geblieben, um zugleich damit hochkomplizierte Verrichtungen zu verbinden.

Eine recht einfache Neströhre baut die entzückende kleine *Osmia papaveris* Ltr., die Mohnbiene. Auf ebener Erde wird eine senkrechte Röhre angelegt, wie wir sie nach der Natur schematisch gezeichnet in der Fig. 13 in natürlicher Größe erblicken. Es sei gleich erwähnt, daß diese stereotype Anlage, wie ich vor einigen Jahren entdeckte (1907), einer auffälligen Modifikation unterliegen

kann, wenn sie an abschüssiger Wegböschung angelegt wird (Fig. 14). Zieht man zum Vergleich die Abbildung eines Nestbaues einer Grabwespe, z. B. von *Ammophila urnaria* Cresson aus der klassischen Schrift der Peckhams (1898), von der eine vortreffliche, zu wenig bekannte Übersetzung durch W. Schoenichen (1904) vorliegt, heran, so bemerken wir, daß die Bauausführung fast identisch ist.

Die *Osmia papaveris* kleidet dieses einfache Erdheim mit Abschnitten der purpurnen Blütenblätter des Klatschmohnes (*Papaver rhoeas*) aus, trägt dann Pollen und Nektar, meistens von der Kornblume (*Centaurea cyanus*), hinein, deponiert ein Ei auf dem Pollenklumpen, biegt die oberen den Hals der Röhre auskleidenden Blütenabschnitte ungefähr soweit um, wie es die punktierte Linie andeutet

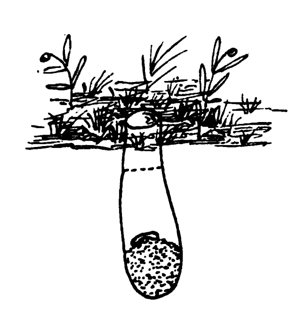


Fig. 13.
Normales Nest der *Osmia papaveris* Ltr. Auf dem mit Nektar durchfeuchteten Pollenklumpen liegt das leicht gekrümmte Ei.
Schematisch. Natürl. Größe.

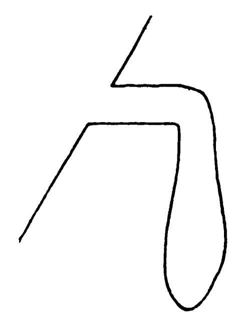


Fig. 14.
Anormales Nest der *Osmia papaveris* Ltr. in einer Wegböschung.
Schematisch. Natürl. Größe.

und bringt auf diesen Verschluß Erde, so daß die Öffnung nach der Füllung nicht mehr von der Umgebung absticht. Eine jede Neströhre enthält also nur einen Blätterkokon und demgemäß nur ein Junges.

Da wir uns in dieser Schrift auch mit dem „Wesen“ der Bienen zu beschäftigen haben, und zwar insonderheit mit dem Wesen der Honigbiene, so geben uns kurze Beleuchtungen von Instinktsmodifikationen und Instinktsirrungen anderer Bienen Wegleitungen zu diesem schwierigen Gebiet. Aus diesem Gesichtspunkt heraus sei erwähnt, daß die ganz ausgesprochene Vorliebe der *Osmia papaveris* für die Blütenblätter des Klatschmohnes ausnahmsweise einer seltsamen Abänderung unterliegen kann. So fand ich im Jahre 1906 (1907) eine Neströhre, die mit den ganz abweichend gestalteten Blütenblättern der Kornblume (*Centaurea cyanus*) austapeziert war,

obgleich der Mohn in größter Nähe und in Überfluß blühte, und nur ein einziger Abschnitt einer Mohnblüte fand sich am Halse der Neströhre eingefügt[1]). Ferner ergab sich, daß diese *Osmia*-Art, was nicht bekannt war, auch den Pollen des Mohnes einträgt und ich fand sie auch auf dem blauen Natternkopf (*Echium vulgare*).

Ch. Ferton (1902) entdeckte, daß die *Osmia papaveris* dort, wo der Mohn fehlt, z. B. in einem 1500 m hochliegenden, eingeschlossenen Gebiet (Cerdagne) der Pyrenäen, die weinroten Petalen (Kronenblätter, Blütenblätter) der *Malva moschata* L. benutzt. Diese völlig veränderte Blütenauslese ist aber eine notgedrungene. Das fällt also psychologisch in ein anderes Gebiet.

Über die vermutlichen biologischen Gründe des Austapezierens und der eben angegebenen Instinktsabweichung habe ich mich ausführlich in früheren Schriften (1903, 1907) verbreitet, ich muß daher auf diese verweisen. Es geht aus dem hier Mitgeteilten hervor, daß die Instinkte Modifikationen unterliegen und aus diesem anscheinend so fest umschlossenen Gebiet Wege hinausleiten, die schon eine gewisse Plastizität des Handelns bekunden.

Wird nun eine solche Neströhre, wie die der *Osmia papaveris* vertieft, so daß mehrere Blätterkokons übereinander in demselben Heim Platz finden, so kann man in diesen „Linienbauten" schon einen gewissen Fortschritt erblicken. Derartige Anlagen finden wir z. B. bei den „Blattschneiderbienen", den *Megachile*-Arten (die zur Austapezierung die Blätter der Ulmen, Birken, Roßkastanien, Rosen, Obstbäume usw. verwenden), z. B. bei der *Megachile sericans* Fonsc. (Ferton 1901) oder bei *Megachile centuncularis* L. (Butt.-Reep. 1903) usw. Auch werden derartige Linienbauten in hohlen Halmen oder Zweigen angelegt. Fig. 15 zeigt uns einen hohlen Brombeerstengel mit den Kokons einer *Osmia* im Mark ausgehöhlt und durch Markstückchen voneinander getrennt.

Auch hier ließe sich zum Vergleich der Linienbau einer Grabwespe, z. B. von *Crabro stirpicola* Packard, leicht als völlig gleichartig heranziehen.

Es ergibt sich also noch eine große Übereinstimmung mit den Bauten der Vorfahrensippe, wofür noch eine Fülle weiterer Belege erbracht werden könnte.

Soziale Instinkte bei den Solitären. Manche dieser ganz einsamen Witwen, denn nach der Hochzeit geht das Männchen bald zugrunde, sind nun nicht Einsiedlerinnen, sondern wir finden bei

[1]) Ganz ähnliche Funde machte auch Max Müller (1907).

einer Reihe von Arten eine gewisse Form der Vergesellschaftung, wenigstens soweit die Nistplätze und zum Teil die Bauten in Betracht kommen. Wieweit hier schon soziale Instinkte herangezogen werden dürfen, ist oft schwer zu entscheiden, doch spricht mancherlei recht auffällig für den Anfang eines sozialen Zusammengehörigkeitsinstinktes einer betreffenden Art unter sich.

So finden wir z. B. in einer Lößwand oder dem Lehmgemäuer einer Scheune eine Fülle von Neströhren einer einzigen bestimmten Spezies dicht beieinander. Hunderte von kleinen runden Öffnungen zeigen uns die Nesteingänge. Es herrscht ein ewiges Kommen und

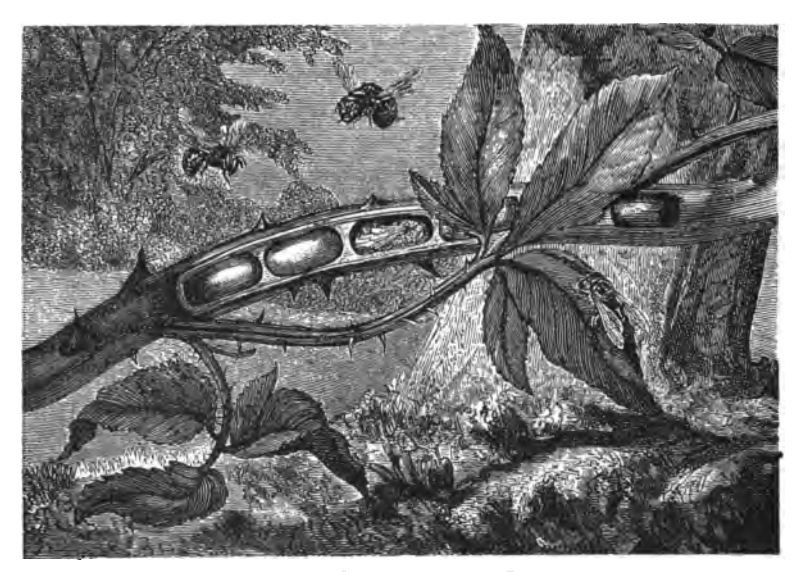


Fig. 15. Nest einer *Osmia* in einem Brombeerstengel. Nach Blanchard aus Wesenberg-Lund.

Gehen der eifrig Pollen und Nektar eintragenden Bienen. Keine kümmert sich um die andere, keine Neströhre kommuniziert mit der anderen. Jede Haushaltung ist vollkommen und absolut für sich. Wie kann man da von sozialen Instinkten sprechen? Offenbar hat nur die besonders günstige Niststelle zahlreiche Bienen derselben Art instinktmäßig hier zusammengeführt, aber jede lebt „tief einsam“ für sich weiter.

Eine interessante Beobachtung hat mir aber gezeigt, daß wir hier dennoch schon die ganz ausgesprochenen Anfänge einer sozialen Zusammengehörigkeit haben, daß hier schon ein „Korpsgeist“ vorhanden ist, der sich sogar in sehr drastischer Weise zu äußern pflegt.

Fängt man eine Bienenart (die sich gern an besonders günstigen Orten in größeren Kolonien zusammenfindet), dort, wo sie einsam nistet oder wo sich nur wenige Nestbauten gesammelt haben, so kann man ruhig mit dem Fangnetz seine Beute holen, es zeigen sich keine besonderen Erscheinungen. Trifft man aber dieselbe Art an einem mit Hunderten oder gar Tausenden von Nestern besäten Wohnplatz und schlägt dann sein Netz nach einem gewünschten Exemplar, so erfolgt plötzlich ein gemeinsamer, heftiger Angriff, der einen ängstlichen Bienenjäger zum schnellen Zurückweichen bringen dürfte. Sehr hübsch sind die Frieseschen Angaben hierüber (1882). Bei einer *Andrena ovina* Klug Kolonie von ungefähr 300 Nestern wurde Friese, wenn er die Tiere durch Hin- und Herschlagen mit dem Netze aufregte, plötzlich von einem stärker summenden Schwarme so heftig angefallen, daß die Tiere durch den Anprall an seinen Körper zu Boden fielen. In der Rakos bei Budapest fand derselbe Beobachter (1891) die Lehmwände eines großen Scheunenvierecks derartig von Nestern der *Anthophora parietina* F. durchlöchert, daß er die Zahl der so bauenden Bienen auf 8000 bis 10000 Stück schätzte. „Die Wände sahen aus“, so berichtet der Autor, „als wenn sie von unzähligen Kugeln durchlöchert wären. Schlug ich mit dem Netz nach den zahllosen Bienen, so fiel ein ganzer Schwarm auf mich ein, was sonst bei diesen Tieren nicht der Fall ist, vielleicht gab ihre Masse ihnen den Mut.“

Auch dieses erste Auftreten sozialer Instinkte findet, wenn auch in anderer Weise, ein Analogon bei den Grabwespen.

„Eine merkwürdige Erscheinung bei diesen Wespen (*Bembex spinolae* Lep.), welche gleichzeitig zeigt, daß bei ihnen soziale Instinkte vorhanden sind, besteht darin, daß sie in »Schwärmen« arbeiten und auf ihre Jagdzüge alle etwa zu gleicher Zeit sich begeben und ebenso zusammen wieder zurückkehren. Zu demselben Zeitpunkt sind alle Bewohner der Kolonie zugegen, graben ihre Nester, versehen diese mit Beute, stürzen durcheinander und verjagen die Schmarotzer durch Angriffe und schreckliches Gesumme. Dann sind sie mit einem Male fort. Keine bleibt zurück, nur Mengen von Fliegen führen einen schwindelnden Tanz über dem Gefilde auf; für 10 bis 15 Minuten bleibt der Platz in solcher Weise verödet. Dann beginnen die Wespen zurückzukehren, gleichzeitig zu mehreren ankommend und wie durch einen Zauberschlag erwacht die ganze Szene zu neuem Leben. Mehr als die Hälfte der Wespen kommt leer nach Hause, und diese verlegen sich darauf, ihre glücklicheren Kameraden zu berauben. Diese letzteren, die eine Fliege

tragen, müssen, belastet wie sie sind, einen Augenblick Halt machen, um die Erde vom Eingange des Nestes fortzukratzen. Wenn nicht beunruhigt, gehen sie dann geschwind hinein; aber gerade diesen Zeitpunkt benutzen die Räuber, um über sie herzufallen, und die unredlichen Kameraden legen bei ihren Angriffen eine solche Energie und Hartnäckigkeit an den Tag, daß es ihnen oft gelingt, die Fliege für sich in Sicherheit zu bringen" (Schoenichen-Peckham 1904). Auch wurden die Peckhams von dieser Art an einer Niststelle, wo viele Nester waren, angegriffen (G. und E. Peckham 1905).

Der Hymenopterologe Alfken teilte mir folgendes mit (vgl. Butt.-Reep. 1903):

„In der Nähe von Bremen, bei dem hannoverschen Dorfe Baden, erhebt sich unweit der Weser eine ungefähr 10 m hohe harte Lehmwand, welche mit kleinen und großen Quarzstücken durchsetzt ist. Die Wand wird von den verschiedensten solitär lebenden Bienenarten zur Nestanlage benutzt. Sehr zahlreich baut darin eine Pelzbiene, die *Anthophora parietina* F. Am 24. Mai 1895 flogen die Weibchen derselben in solcher Menge, daß man mit einem Schlage an die hundert im Fangnetze hatte. Die eigenartigen Vorbauten an der Lehmwand waren so häufig, daß selbst der Laie darauf aufmerksam wurde. Die Tiere flogen nach einem nahen Bache, der alten Aller, wo sie sich ans Ufer auf den Schlamm setzten und Wasser schlürften, welches sie zum Aufweichen des Lehms benutzten. Der Weg, welchen die Bienen von der Wand nach dem Bach und umgekehrt zurücklegten, war stets derselbe; er bildete gleichsam eine Straße in der Luft. An den Nestern wurde ich von den Bienen nicht belästigt, und ich konnte ungehindert von den Vorbauten für die Sammlung ablösen. Als ich aber, ohne es zu wollen, einige Tiere aus der Luftstraße abfing, wurde ich sofort von einer so außerordentlich großen Zahl Tiere überfallen, daß ich fliehen mußte. Ich wurde noch 500 Schritte weit verfolgt und konnte mich der kühnen Angreifer nur durch Wegfangen mit dem Netze erwehren, welches schließlich bis zur Hälfte mit Bienen gefüllt war." (Vgl. auch Alfken 1913.)

Dieses Verhalten weist vielleicht auch auf ein Gehörsvermögen hin, da diese außergewöhnliche Aufregung der fliegenden Insekten sich untereinander wohl durch einen besonderen Ton mitteilen dürfte, wie wir es ähnlich bei dem Stechton der *Apis mellifica* finden werden. Bei diesem letzteren Falle kommen aber auch Geruchsreaktionen in Betracht. Auch E. Bugnion (Lausanne) berichtete mir mündlich und brieflich über von ihm in der Oase Biskra beob-

achtete gemeinsame Angriffe der *Anthophora pubescens*, die in Mengen dicht beieinander nisteten. Desgleichen erlebte P. Speiser ganz ähnliches bei einer Kolonie von *Anthophora parietina* F. = *Podalirius parietinus* L. (Speiser 1904).

Wir sehen hier also einen Reflex in die Erscheinung treten, der nur zur Auslösung gelangt, wenn ganz bestimmte andere Reize mitwirken, und zwar Reize, die nur der Vergesellschaftung entspringen. Wie diese Koexistenzialfähigkeit sich phylogenetisch entwickelt haben mag, ist schwer auszudenken. Bei der *Apis mellifica* äußert sich, wie weiterhin noch zur Erwähnung gelangt (vgl. auch Butt.-Reep. 1900), dieser veränderte Ablauf der Reflexe bei der gleichen Ursache in sehr ähnlicher Weise. Ein kleines schwaches Volk erwehrt sich seiner oft leicht zu überwältigenden Feinde nicht, ein starkes ist „angriffslustig" und vertreibt jeden Eindringling usw.

Forel (1874) hat dieselbe Erscheinung bei den Ameisen beobachtet. „Der Mut jeder Ameise nimmt im geraden Verhältnisse mit der Zahl ihrer Gefährten oder Freunde zu und ebenso im geraden Verhältnisse ab, je isolierter sie von ihren Gefährten ist. Jeder Bewohner eines sehr volkreichen Ameisenbaues ist viel mutiger, als ein im übrigen ganz gleicher aus einer sehr kleinen Bevölkerung. Dieselbe Arbeiterin, welche inmitten ihrer Gefährten zehnmal sich töten läßt, wird sich außerordentlich furchtsam zeigen, die geringste Gefahr vermeiden, selbst vor einer viel schwächeren Ameise fliehen, sobald sie 20 Schritte von ihrem Bau sich allein befindet."

Auch Wm. M. Wheeler, der bekannte amerikanische Myrmekologe, bestätigt das gleiche (1904).

Ganz dasselbe Verhalten zeigten mir auch die Wespen *Vespa vulgaris* L. und *Vespa germanica* F. Ein Hornissennest (*Vespa crabro* L.), das sich in einem leeren Bienenkorbe befand, wurde von mir vom Beginn der Gründung an jede Woche einmal photographiert. Solange die Königin noch allein war oder sich ihr nur wenige Arbeiter zugesellten, konnte ich den Korb ruhig umkehren, um die photographische Aufnahme zu machen. Später bedurfte es größter Vorsicht, da mit Zunahme der Arbeiter der geringste Stoß große Aufregung und Angriffslust hervorrief. Rouget (1872/73) konstatierte, daß je zahlreicher die von ihm beobachteten Hornissen waren, desto reizbarer waren sie auch. So nimmt es uns nicht wunder, wenn schließlich auch die Hummeln dieses soziologisch interessante Verhalten ebenfalls bekräftigen, wie ich es aus vielfachen eigenen Beobachtungen bestätigen kann. Desgleichen Ed. Hoffer (1882). In den Tropen scheinen dagegen auch schwächere

Völker der Hummeln recht angriffslustig zu sein, da „jedes" Nest (R. v. Ihering 1903) mit Respekt umgangen wird. Es bleibt freilich hierbei offen, ob wirklich schwache Nester nicht doch weniger feindselig sind. Das sehr hitzige Temperament der brasilianischen Hummeln, das sich bei starken Nestern in geradezu gefährlicher Weise dokumentiert, kühlt sich wie bei unseren unter besonderen Umständen ab. So beobachtete W. A. Schulz (1901), daß die Arbeiter von *Bombus cayennensis* L. (dieselbe Art, auf die sich R. v. Iherings obige Angaben beziehen), als sie vom Morgenausflug zurückkehrend ihr Nest ausgegraben fanden, wütend umherflogen, aber nicht angriffen. Hier spielt aber die Depression über das Verschwundensein des Heims mit hinein. Auch bei unseren *Bombus*-Arten greifen die Heimkehrenden nicht an, wohl aber die aus dem Nest Herausfahrenden. Die Instinkte der neotropischen Hummeln verlaufen also offenbar auf denselben Bahnen wie bei den palaearktischen.

Ich bin ein wenig länger bei diesem sozialen Instinkt verweilt, da die geschilderten Vorgänge ein wunderbares Licht auf die große Einheit der Organismenwelt werfen, denn im Wesen finden wir dieselbe Erscheinung durch die ganze Tierwelt bis zum Menschen hinauf. Erwägt man den enormen Abstand zwischen den höchsten Lebensformen und einem Insekt und die Gleichartigkeit der geschilderten Lebensäußerungen, so tritt diese Einheit als eine wundervolle Naturoffenbarung vor uns hin.

Gemeinsame Überwinterung. Aber noch andere Dokumente des „Heerdentriebes" stehen uns aus dieser Welt der Einsamen zur Verfügung, nämlich die gemeinsame Überwinterung relativ zahlreicher Männchen und Weibchen derselben Art oder auch nur der Weibchen, z. B. von *Xylocopa*, *Ceratina*, *Halictus* usw. Überwintern die Männchen mit den Weibchen, so ist wohl als zweifellos anzunehmen, daß die Kopulation erst im nächsten Frühjahr vor sich geht, wie z. B. bei *Ceratina* (*cucurbitina*, *cyanea*, *callosa*). Diese höhlen (Friese 1896) „nach dem Verlassen ihrer Nestzellen im August und September dürr gewordene Rubusstengel an sonnigen Abhängen aus und richten sich hierdurch trockene Winterquartiere her, indem sie einer nach dem anderen hineinschlüpfen und gewöhnlich den ganzen Rubusstengel auf 20 bis 30 cm Länge und bis zu 30 Individuen (♂♂ und ♀♀) im Inneren einnehmen. In diesem halberstarrten Zustande sind sie während des Winters leicht in Menge zu fangen. Das Liebesleben beginnt gewöhnlich im Monat Mai, zu welcher Zeit auch die Kopulation und der Beginn des Nestbaues (ebenfalls in Rubusstengeln) fällt."

Gemeinsame Nachtruhe. Hier wäre auch noch einer anderen Gemeinschaft von Mitgliedern (Artgenossen) solitärer Bienen zu gedenken, nämlich der gemeinsamen Nachtruhe, wie sie wohl ausschließlich nur von den Männchen ausgeübt wird[1]). So begeben sich z. B. die Männchen von *Tetrapedia peckoltii* Friese, einer brasilianischen solitären Biene, in einer höchst drolligen Stellung zur Ruhe: „Bei Sonnenuntergang setzen sie sich auf eigentümliche Weise auf den Zweig eines Urwaldstrauches, stets dasselbe Bäumchen wählend, dicht angereiht eine Biene hinter der anderen, sich mit den Mandibeln festhaltend, der Hinterleib erhöht, auf diese Weise mehrere Zweige von 30 bis 50 cm Länge dicht bedeckend, im ersten Anblick mit den gelbrötlichen Haaren des Hinterleibes einem Zweige mit Blüten ähnlich. Dieselben sitzen sehr fest und lassen den Zweig ins Glas bringen, ohne aufzufliegen" (Friese 1899). Auch Jacobson beobachtete ähnliches bei einer Wespe (*Labies spiniger* Sauss.) auf Java (in Butt.-Reep. 1907). Dieses merkwürdige Anbeißen beim Schlafen ist übrigens auch bei den europäischen solitären Bienen (♂♂ und ♀♀) anzutreffen, und zwar bei den verschiedensten Spezies sowohl während der Nachtzeit als auch während der Siesta in den heißen Mittagsstunden, die von vielen Solitären schlafend verbracht werden (Butt.-Reep. 1903 u. 1907). Doch handelt es sich bei diesen letzteren nicht um eine gemeinsame Ruhe, sondern man findet sie einzeln für sich (Friese 1891). Auch bei den tropischen solitären Bienen ist diese Siesta mehrfach beobachtet (Ducke 1901, Schrottky 1902) usw. Von dem Zusammenhalten der Artgenossen gibt uns Jensen-Haarup ein weiteres interessantes Beispiel: „Gegen den Abend des 10. Januar 1907, als ich mich in Chacras de Coria befand, war ich überrascht, zwischen den Zweigen von Asparagus die Männchen von *Tetralonia crassipes* Friese in dichten Klumpen sitzen zu sehen. Die Anzahl der Individuen in jedem Klumpen variierte von 3 zu 8; sie waren außerordentlich schläfrig und ließen sich in das Fangglas stoßen, ohne einen Versuch zum Wegfliegen zu machen. Es scheint mir sicher zu sein, daß die heimatlosen Männchen sich in dieser Weise zusammendrängen, um sich gegen die Nachtkühle zu schützen, die hier (Argentinien) in einer Höhe von 2500 Fuß und bei klarem Nachthimmel recht bemerkbar sein kann" (in Friese 1908).

[1]) Brauns (1911) berichtet, soweit ich dieses Gebiet überschaue, daß die Männchen, „aber auch die Weibchen" der Gattung *Ammophila* — also einer solitären Wespe — sich zur Nachtruhe „oft in größerer Anzahl" an derselben Stelle an trockenen Pflanzenstengeln festbeißen.

Auch bei *Centris tricolor* Friese beobachtete Jensen-Haarup ähnliches (ebenda). Die gedruckte Angabe, daß es sich bei *Centris* um Weibchen handle, ist nach brieflicher Angabe irrtümlich. Es kommen auch hier nur Männchen in Betracht.

Gemeinsamer Flugkanal. Dieser seltsame Instinkt des Zusammenhaltens von sonst so vollkommen isoliert für sich lebenden Individuen derselben Art führt nun noch zu weitergehendem Sozialbetrieb. Bei den *Halictus*-Arten geschieht die Begattung in der Regel im Herbst. Die Männchen sterben dann bald und so gelangen nur die Weibchen zur Überwinterung. Es liegen Beweise dafür vor (vgl. Butt.-Reep. 1903), daß auch *Halictus*-Weibchen gemeinsam in Erdröhren überwintern (Verhoeff 1892). Denken wir uns nun, daß die Überwinterungsröhre sich auch zur Nistanlage eignete, so bedurfte es keines großen biologischen Schrittes, um folgende Möglichkeit zu erreichen. Beobachtet ist (Friese 1896), daß derartige überwinternde Weibchen an wärmeren Vorwintertagen ihr Quartier verlassen und auf Nahrungssuche ausgehen. Die Winterstätte ist den Insassen also örtlich eingeprägt. Beim Beginn der wärmeren Jahreszeit, die meist von kühleren Tagen unterbrochen zu sein pflegt, fliegen nun die *Halictus*-Weibchen zur Stillung des Hungers aus und überreich zeigt sich schon der Tisch gedeckt. Die kühlere Nacht scheucht sie wieder in die gemeinsame Schutzröhre, zumal Liebeständeleien keine biologische Umstimmungen bewirken, weil die Hochzeit, wie erwähnt, schon im Herbst gefeiert wurde. Das Schwelgen im Nektar und Pollen regt nun zur Eiablage an, die Instinkte für die Nachkommenschaft erwachen und die Weibchen beginnen an verschiedenen Stellen der gemeinsamen Erdröhre Zellen seitwärts in das Erdreich auszuhöhlen.

Wir werden aber gleich sehen, daß die Zellen bei *Halictus*-Arten auch in ganz anderer Weise angeordnet sein können.

Hier haben wir nun auf einmal einen gemeinsamen Flugkanal, in dem mehrere Weibchen ein- und ausfliegen und eine gewisse oberflächliche soziale Gemeinschaft, in der aber wohl sicherlich noch jedes Weibchen an seiner eigenen Zelle baut und sich sehr wahrscheinlich nicht im geringsten um die Zellen der anderen Kameraden bekümmert. Hierher dürfte die folgende Beobachtung Lepeletiers (1841) gehören: „In einem festgetretenen Gartenpfade war ein senkrechtes Loch. Dasselbe umgaben 8 bis 10 Weibchen einer *Panurgus*-Art mit Pollen beladen. Ein Weibchen flog heraus ohne Pollen; darauf flog ein anderes beladenes hinein, entlud sich seiner Bürde, kam dann heraus und flog fort. So folgten sich mehrere. Während

dieser Zeit kamen andere Beladene an, welche am Rande des Loches warteten, bis die Reihe an sie kam.“ Wie weit erscheint aber der Schritt von dieser noch mehr oder minder kasuellen Gemeinschaft zu einer rein genetischen! Der Weg zur Staatenbildung ist auch nach meiner Überzeugung nicht über derartige Zusammenscharungen gegangen, die aber für phylogenetische Betrachtungen wertvoll sind durch die Feststellung sozialer Instinkte.

In der Anmerkung S. 253 findet sich eine kritische Behandlung hierher gehöriger Beobachtungen.

Der Kontakt von „Mutter“ und „Kind“. Wie in der Anmerkung S. 253 erwähnt, kommt es bei den solitären Bienen so gut wie durchweg nicht zu einer Familienbildung. Was aus dem Ei wird, das die Biene so sorgsam in die Zelle auf den Pollenballen legt, das erfahren diese Einsiedlerinnen nicht. Hier walten blinde Instinkte. Da ist noch kein Hauch einer Ahnung von dem, was da vor sich geht bzw. gehen soll. Wenn die „Mutter“ längst vermodert ist, kriecht nach Jahr und Tag im Frühling oder Sommer aus dem dunklen Verlies eine junge Biene hervor, um nach kurzem Liebesleben ohne jede Überlegung rein triebmäßig wiederum die nötigen Vorbereitungen für die Eiablage zu treffen, ohne zu wissen — da unten wie überhaupt im Tierreich gibt es noch kein Wissen in diesem Sinne —, was das alles bedeutet.



Fig. 16. (Original.) Lehmwabe von *Halictus quadricinctus* F. mit dem Weibchen. Natürliche Größe.

Bei einigen Arten der solitären Bienen geht die Entwicklung aber schneller von statten, so daß schon in verhältnismäßig kurzer Zeit nach der Eiablage das fertige Insekt die Zelle verläßt, während die Mutter noch beim Bau der letzten Zellen beschäftigt ist. Da diese Zellen alle dicht beieinander in derselben Höhle angelegt werden, wie z. B. bei *Halictus quadricinctus* F. (Fig. 16), so findet ein Kontakt zwischen „Mutter“ und „Kind“ statt. Die von mir in der Nähe von Jena aufgefundene Lehmwabe weist 12 Zellen auf, doch gibt es solche von über 20 Zellen. Der kleine, erstaunlich zweckmäßige Bau, der sich fast frei in einer durch einen senkrechten Schacht erreichbaren Erdhöhle befindet (vgl. Butt.-Reep. 1903), birgt nun den ersten Schritt zur Familienbildung in sich. Aber nicht nur der

Zellenreichtum läßt es erreichen, daß die Mutterbiene ihre Nachkommen „kennen lernt“, sondern es ergibt sich durch Verhoeffs Beobachtungen (1897), daß das Weibchen auch dann noch eine Zeitlang im Neste verweilt, wenn auch die letzte Zelle versorgt ist, ihre eigentliche Tätigkeit für die Fortpflanzung also erledigt ist. Dieses Verweilen ist biologisch von Wert, da hiermit ein Schutz durch Bewachung ausgeübt wird.

Hier ist also die erste Familienbildung in gewissem Sinne erreicht und von hier aus gewinnen wir hypothetische Stufen, die uns zur erweiterten Familie, zum Einfamilienstaat hinüberzuleiten vermögen.

Sehr interessant sind auch die hierher gehörenden Beobachtungen Duckes (1903), der bei einer südamerikanischen *Euglossa*-Art Nester mit über 200 Zellen in zwei übereinanderliegenden scheibenartig angeordneten Schichten vorfand. In den Nestern waren stets mehrere Weibchen. In dem einen Neste zwei, aber es waren auch zwei Flugröhren vorhanden, was immerhin auf eine Trennung hindeutet. Dieses gemeinsame Arbeiten in demselben Hohlraum ist bei diesen Arten von besonderem Interesse (s. a. W. A. Schulz 1902, H. v. Ihering 1911, über den innerhalb der Arten sehr abweichenden Nestbau s. a. Schrottky 1902, Butt.-Reep. 1903), da wir bei ihnen, wie schon erwähnt (S. 12), auch die sonst nur den Sozialen zugehörige Körbchenbildung antreffen und weiterhin bei einer Art die Anordnung der Zellen eine gewisse, wenn auch nur äußerliche Ähnlichkeit mit Hummelnestern aufweist und schließlich statt des Wachses harzartige Stoffe zum Ausstreichen und Bedecken der Zellen, die aus Vegetabilien und Erdteilen zusammengesetzt sind, verwendet werden. Trotz dieser Analogien hat Ducke klare Einsicht, daß wir hier sehr weit ab von einem „Staate“ sind, den andere (s. weiterhin) schon in derartigen Gebilden sehen. „Es steht außer allem Zweifel, daß die Gattung *Euglossa* zu den Solitärbienen zu rechnen ist. Der Unterschied zwischen sozialen und solitären Hymenopteren liegt ausschließlich in dem Vorkommen von Arbeitstieren mit rudimentär entwickeltem Genitalapparate bei ersteren. Da nun bei *Euglossa* keine solchen Formen existieren, so ist diese Gattung entschieden nicht als gesellig lebend zu bezeichnen, obwohl häufig mehrere Weibchen vergesellschaftet bauen“ (Ducke 1905). Vor allen Dingen scheint selbst bei diesen so sehr zellenreichen Bauten nicht einmal eine eigentliche Familienbildung erreicht zu werden, da die Weibchen sterben, bevor die Kinder ausschlüpfen. So fand Ducke in dem einen Bau bereits zwei verendete Weibchen, während die ersten Jungen erst etwa 3 bis 4 Wochen später auskrochen.

Erwähnt sei noch der besonders interessante Befund von Brauns (Friese 1909) über eine solitäre Biene Afrikas — *Allodape* —. In dem Frieseschen Werk heißt es über den Nestbau dieser Gattung: „Die Arten der Bienengattung *Allodape* legen keine einzelnen Zellen an, die sie nach Art der vielen isoliert lebenden Bienen mit Futterbrei für eine einzige Larve versorgen, sondern Eier und Larven in allen Stadien der Entwicklung, Puppen und frisch entwickelte Bienen finden sich in ein und demselben Hohlraum eines Stengels, der oft bis 12 cm lang ist, zu gleicher Zeit. Die Larven, welche eine unter Apiden einzig dastehende Körperbildung besitzen, mit fußartigen Organen zur Festhaltung des Futterbreies, werden bis zu ihrer Reife gefüttert.“ „Die *Allodape*-Arten fliegen und brüten an der wärmeren Küste des Kaplandes, z. B. bei Port Elizabeth, während des ganzen Jahres.“ Diese Bienengattung „bildet also Kolonien im wahren Sinne“. Eine in Aussicht gestellte Arbeit von Brauns über das Nähere dieser hochinteressanten biologischen Verhältnisse ist leider bis jetzt noch nicht erschienen. Aus dem Angeführten kann man nicht schließen, daß es sich um eine wirkliche „Kolonie“, sondern nur, daß es sich um eine Familie handelt. Da die Zellenbildung fortgefallen ist, die wir bei der *Apis mellifica* noch antreffen, so haben wir hier einen aberranten Zweig, der aber bei der stammesgeschichtlichen Betrachtung der Staatenbildung nicht in Frage kommen dürfte, selbst wenn sich erweisen sollte, daß mehrere Weibchen in in dem gemeinsamen Hohlraum nisten. Nehmen wir das letztere an, so würde es sich auch hier, wie bei den sonstigen angezogenen Befunden bei Solitären um einfache Zusammenscharungen handeln. Die von Aurivillius (1896) beobachtete Koloniebildung bei *Halictus longulus* Sm. ziehe ich nicht weiter heran, da wir auch bei dieser nicht wissen, ob hier eine Familienbildung — also Kontakt zwischen Mutter und Kind (Imago) — erreicht wird.

Anfang der Staatenbildung. Soweit bis jetzt ermittelt worden ist [ich folge hier im nachstehenden meinen früheren Ausführungen (1903), da sich meine Anschauungen hierüber im wesentlichen nicht geändert haben], kommen bei manchen *Halictus*-Arten zwei bis drei Generationen im Jahre vor. Die sogenannte Frühlingsgeneration besteht aus den überwinterten im Herbst befruchteten Weibchen. Seltsamerweise schlüpfen nach mehrfacher Beobachtung bei einigen *Halictus*-Arten in der zweiten — der Sommergeneration — nur Weibchen aus und diese erzeugen dann parthenogenetisch die Herbstgeneration, die wiederum aus Männchen und Weibchen besteht (J. H. Fabre 1880).

Wenn wir nun die folgenden durchaus wahrscheinlichen bzw. möglichen Weiterentwicklungen annehmen, so gelangen wir schon bis zu den wirklichen Staatenbildungen.

Fortschritt zur ersten Kolonie. In besonders günstigen Gegenden entwickelte sich vielleicht eine Nestform ähnlich wie die bei *Halictus quadricinctus* zu großem Zellenreichtum, so daß viele Junge der rein weiblichen Sommergeneration, da sie keiner Befruchtung bedurften, sofort ihren Fütterinstinkten beim Anblick der noch offenen Zellen gehorchten und Nahrung herbeitrugen und so der Mutter zur Hand gingen, wenn ich mich so ausdrücken darf. Sie halfen nun naturgemäß nicht allein bei der Fütterung, sondern kamen auch ihren Bau- und Legeinstinkten nach, so daß jetzt in der Tat mehrere Weibchen an einem Nest tätig waren. Die erste Familien-Kolonie war damit erreicht.

Denselben Zustand der Entwicklung wie die *Halictus*-Kolonie zeigen uns im Grunde genommen auch die Hummelstaaten, sofern wir uns auf das Wesentliche beschränken. Wir haben auch dort ein befruchtetes Weibchen, welches noch solitär überwintert und mehrere bzw. viele unbefruchtete Weibchen, die beim Nestbau, Füttern und Eierlegen helfen. Der Unterschied ist der, daß aus den Eiern der Hilfsweibchen nur Männchen entstehen können, während die Königin Männchen und Weibchen zu erzeugen vermag. Aber die Entwicklung ist von *Halictus* auch nicht zu den *Bombinae* fortgeschritten. Wir brauchen unter den Vorfahren der Hummeln nur eine Bienenart anzunehmen, bei der sich die Eigentümlichkeit ausgebildet hatte, daß aus unbefruchteten Eiern nur Männchen entstanden, wie wir es heute noch bei den solitären Tenthrediniden (Blattwespen) (Taschenberg 1892) sehen, ferner auch bei den *Vespidae* und sozialen *Apis*-Arten und höchstwahrscheinlich auch bei den *Meliponidae* (Meliponen und Trigonen). Wenn nun die zuerst ausschlüpfenden Weibchen, wie geschildert, der Mutter halfen und zur Eiablage schritten, so blieben sie unbefruchtet, da die Brunst nicht eintrat. Diese Annahme steht auf guten Füßen, denn wir sehen bei *Apis mellifica*, wenn die Königin z. B. durch widriges Wetter am Hochzeitsflug verhindert, schließlich zum Eierlegen schreitet, die Brunst bei ihr vergehen. Eine solche Königin legt zeitlebens Eier, aus denen natürlich nur Drohnen entstehen (vgl. über vorstehenden Absatz die Ausführungen auf S. 74).

Hier hätten wir also einen zweiten Modus, der möglicherweise zur Koloniebildung hinübergeführt hat und bei dem wir der parthenogenetischen Generation wie bei *Halictus* entraten können. Mir ist

sehr wohl bekannt, daß Pérez (1895) die Jungfernzeugung bei *Halictus* bestreitet, aber die von ihm vorgebrachten Beweise brauchen nicht für alle Gegenden zuzutreffen. Wir sehen Tiere und Pflanzen (z. B. *Artemia salina*, *Cyprus virens* und *Chara crinita*) sich stellenweise durch Befruchtung fortpflanzen, in anderen Bezirken aber rein parthenogenetisch. Überdies unterstützen die Frieseschen und die Fabreschen (1880) Beobachtungen die Annahme einer Fortpflanzung ohne Befruchtung bei *Halictus*.

Es hat keinen Zweck, sich in Hypothesen zu erschöpfen, auf welchem Wege der Übergang von den Solitären zu den Sozialen stattgefunden haben mag. Es ließe sich da noch Verschiedenes anführen, aber es dürfte genügen, zwei gangbare Wege gezeigt zu haben, welche diese getrennten Gebiete verbinden, mit dem Bestreben, den Boden der Tatsachen so wenig wie möglich zu verlassen. Eines scheint mir ziemlich sicher zu sein, daß in der Tat die geforderten günstigeren Ortsverhältnisse in bezug auf Klima und Nahrung den Anstoß zur Koloniebildung gegeben haben dürften. Ist diese Voraussetzung richtig, so müssen auch heute noch soziale Apiden unter ungünstigen Verhältnissen wieder zur solitären Lebensweise zurückkehren. Wir haben da eine sehr interessante wenig bekannte Tatsache in dieser Hinsicht zu verzeichnen. Nach den 20jährigen Beobachtungen von Sparre Schneider, Kustos des Museums in Tromsö, kehren einzelne Hummeln im arktischen Gebiet wieder zur solitären Lebensweise zurück. So hat Schneider z. B. von *Bombus kirbyellus* Curt. in dem gedachten Zeitraum niemals Arbeiterinnen gefunden und von *B. hyperboreus* Dlb. ganz außerordentlich selten (H. Friese 1902). Hier scheinen also die ungünstigen Bedingungen des arktischen Sommers nur die solitäre Lebensweise zu ermöglichen. Auch die rückgebildeten *Psithyrus*-Arten (Schmarotzerhummeln) sind wieder solitär geworden unter Verlust der Sammelapparate; letztere verloren hat auch eine vom Raub lebende *Trigona* (*Tr. lestrimelitta*).

Nach der anderen Seite ist zu erwarten, daß in südlichen Gegenden die Hummelkolonien nicht wie bei uns regelmäßig im Herbst zugrunde gehen, so daß nur die jungen im Herbst befruchteten Königinnen sich einsam durch den Winter retten, sondern daß dort ein Überwintern ganzer Völker statthat. In der Tat finden wir z. B. auf Korsika, auf den Balearen usw. schon im Frühjahr Männchen z. B. von *Bombus xanthopus* Kriechb., *B. terrestris* L. usw., während sie bei uns erst gegen den Herbst zu auftreten. Nach den Angaben Fertons (1901) gründen in der Tat die jungen Königinnen von *B. xanthopus* bereits im Herbst ein neues Volk, das als solches durch den

Winter geht (vgl. a. Butt.-Reep. 1903). Auch Hoffer ist der Ansicht, daß sogar bei uns hin und wieder junge Königinnen noch im Herbst zur Volksbildung schreiten mögen. Ob ein solches Volk aber bei uns überwintert, ist fraglich. Jedenfalls nimmt Hoffer an (1882 u. 1883), daß junge befruchtete Königinnen neben der alten Nestgründerin hin und wieder vorkommen, was in subtropischen und tropischen Gegenden Südamerikas nach R. v. Ihering (1903, 1903a) meistens der Fall ist, und in Bestätigung der vorhin geäußerten Ansicht lösen sich z. B. im Staate São Paulo die Kolonien von *Bombus* in der mageren Saison nicht auf.

Hiermit haben wir nun schon den Weg gewonnen, der zu den höchst entwickelten Kolonieformen hinüberleitet.

Die Hummeln — ein wichtiges Übergangsglied. Im einzelnen bietet nun die Biologie der Hummeln sehr interessante Übergangsmerkmale, ohne daß deshalb die Hummeln jemals als direkte Vorläufer in Betracht kämen. Was aber sich hier noch als vorhanden erweist, mag vielleicht bei der wirklichen nicht mehr feststellbaren Vorfahrensippe möglich gewesen sein.

Im Laufe des Jahres sehen wir bei den Hummeln den Fortschritt vom solitären zum sozialen Leben. Ich werde weiterhin zu zeigen versuchen, daß gerade die Entwicklungsart, wie sie sich in unserem Klima darbietet, mir die in gewisser Weise ursprünglichere zu sein scheint und nicht die, wie man sie jetzt in einigen tropischen bzw. subtropischen Gegenden antrifft. Wie schon erwähnt, überwintern die jungen im Herbst befruchteten Königinnen einsam, da sich zum mindesten in unseren Regionen die Hummelstaaten (wie übrigens auch alle Wespenstaaten) gegen den Winter zu, abgesehen von besonders günstigen Verhältnissen, auflösen. Die Arbeiter gehen außerhalb des Nestes zugrunde, die abgearbeitete, flügelzerschlissene alte Königin verendet vereinsamt, sehr wahrscheinlich wohl meistens im Neste. Im Frühling und Vorsommer kriechen die jungen Königinnen aus ihren Moos- und Erdverstecken hervor und beginnen, jede für sich oft in weiter örtlicher Trennung ein Nest zu bauen, das in manchen Punkten noch sehr an die Nester solitärer Bienen, z. B. an das von *Osmia emarginata* Lep. erinnert. Die ersten körperlich infolge der mangelhaften Ernährung meist sehr kleinen Arbeiterinnen gehen der Mutter zur Hand und übernehmen bald alle Arbeiten, während die Königin schließlich sich nur noch der Eiablage widmet. In diesem Stadium ist schon ein fast völliger Einklang mit dem Staate der *Mellifica* erzielt, da die Bienenkönigin,

wie schon erwähnt, überhaupt nur noch die Instinkte des Eiablegens besitzt und aller Arbeitsinstinkte völlig verlustig gegangen ist.

Brutpflege bei den Hummeln. Ein großer Unterschied zwischen *Halictus* und *Bombus* besteht aber in der verschiedenen Fütterungsweise der Jungen. Während *Halictus* hierin noch vollkommen nach der Weise der bisher geschilderten solitären Hymenopteren — abgesehen von *Allodape* — verfährt, also erst Zelle, dann Nahrung und darauf das Ei, dann Schluß der Zelle, sehen wir bei *Bombus*-, *Apis*- und *Vespa*-Staaten eine andauernde Fütterung eintreten. In diese besondere Art der Brutpflege hat man nicht mit Berechtigung anthropomorphe Tendenzen hineingetragen und darin ein engeres Band zwischen „Mutter und Kind" gesehen und dergleichen. Mit der Staatenbildung hat diese engere Fühlung mit der Nachkommenschaft aber nichts zu tun gehabt, wie aus der Brutpflege der gleich zu erwähnenden Meliponiden ersichtlich ist, die noch ebenso füttern, wie viele Solitäre.

Andauernde Fütterung bei Solitären. Dann haben wir aber auch bei einigen solitären Wespen eine andauernde Fütterung der Larven bis zur Verpuppung. Es liegen hierüber in der Literatur, die sich in meiner Stammesgeschichte (1903) verzeichnet findet, zahlreiche Angaben vor. Einige weitere füge ich hinzu. So soll eine derartige Brutpflege stattfinden bei *Cerceris* [1]), *Bembex rostrata*, *B. spinolae*, *Lyroda subita*, *Monedula punctata*, *Sphex* *), *Mellinus* *), *Crabro quadrimaculatus* *), *Cr. cephalotes* *), *Aphilanthops* (Wm. M. Wheeler 1913), *Bembex mediterraneus*, *Stizus errans* (Ferton 1911), *Philanthus apivorus* = *triangulum* (J. H. Fabre 1891) und nach Reuter (1913): bei *Ammophila campestris* (Adlerz), *Ammophila heydeni* (Ferton), *Stizus tridens* (Ferton), *Monedula surinamensis* (Brèthes).

Eine weitere sehr wichtige Übergangsstufe zu der höchsten Staatenbildung bieten uns, wie ich erstmalig 1902 Gelegenheit hatte, auszuführen, dann auch noch die stachellosen Bienen, die Meliponen und Trigonen (*Meliponidae*) (s. Butt.-Reep. 1903).

Die Ausbildung typischer Arbeiterinnen, die nur noch der Arbeit leben, sich an der Eiablage wohl normalerweise nicht mehr beteiligen, morphologisch und anatomisch von der Königin verschieden sind, tritt uns hier zum ersten Male, soweit wir auf Grund der immer noch sehr ungenügenden Kenntnis dieser Staaten-

---

[1]) Reuter (1913) gibt an, daß nach Adlerz die oben mit *) versehenen Arten bzw. Gattungen nicht andauernd füttern. Bestimmte Literaturangabe fehlt bei Reuter.

gebilde beurteilen können, in reiner Form entgegen. Während die Hummelarbeiterinnen sich noch an der Erzeugung der Männchen beteiligen und als kleine Weibchen (Hilfsweibchen) aufgefaßt werden müssen, die nur den Begattungstrieb eingebüßt haben (s. a. Butt.-Reep. 1911), zeigt sich uns bei den tropischen stachellosen Bienen (*Meliponidae*) erstmalig in der Geschichte der Staatenbildung die Ausbildung jener seltsamen Lebewesen, die völlig steril, dennoch die Grundlage der ganzen Existenz der Kolonie bilden und die in sich alle Volkswohlfahrtsinstinkte vereinigen, wie wir es auch bei der *Apis mellifica* sehen.

Der Fortschritt im Zellenbau. Während wir bei den Hummeln noch keine festen Zellgrößen zu konstatieren vermögen, da sich viele Arbeiter in den Raum eines Gebildes, das als Zelle im weitesten Sinne aufgefaßt werden kann, zu teilen haben und auch die Kokons je nach der Größe der Nestinsassen, also je nach der schlechteren oder besseren Ernährung usw. verschieden groß ausfallen, sehen wir bei den Trigonen hier schon eine größere Regelmäßigkeit einsetzen. Während in der orientalischen Region und angrenzend, soweit bekannt, und soweit ich durch persönliche Forschungen in Ostindien zu ermitteln vermochte, anscheinend ausschließlich ein primitives traubenförmiges Zellengefüge gebaut wird, das noch runde, oft durch Wachssäulchen miteinander verbundene Zellen in meist regellosem Aufbau zeigt (vgl. auch W. A. Schulz 1907, 1909) und bei dem sich, soweit meine persönlichen Erfahrungen reichen, noch keine besonderen Königinzellen (Weiselzellen) nachweisen lassen, haben wir in der neotropischen Region (Südamerika) neben derartig bauenden Trigonen (erstmalig von Silvestri 1902 festgestellt) innerhalb derselben Gattung stammesgeschichtlich interessante Fortschritte zu einem regelrechten Wabenbau. Einesteils zeigen sich spiralig aufsteigende Wabenflächen (Fritz Müller 1874, Silvestri 1902), andererseits bei Trigonen und Meliponen etagenförmige, wagerecht angeordnete Wabenflächen mit sechseckigen Zellen (auch schon bei den spiralig aufsteigenden), wie wir sie aus den Nestern unserer sozialen Wespen kennen, nur daß sie sich bei diesen nach unten öffnen, während bei den Meliponen und Trigonen das Ausschlüpfen nach oben erfolgt, der Boden der Zellen also unten liegt. Von besonderem Interesse ist, daß bei den Meliponen alle Zellen gleich groß sind, die Geschlechtstiere also auch keiner größeren Zellen bedürfen, bei einigen Trigonenarten aber schon regelrechte größere Weiselzellen angelegt werden, wie das Pérez (1895 a) und Silvestri (1902) feststellten und wie H. v. Ihering und ich sie ebenfalls

bestätigen konnten (vgl. zu obigem auch Butt.-Reep. 1903, H. v. Ihering 1903, 1912).

Bei der indischen Riesenbiene, der *Apis dorsata*, mit ihrer einzigen, mächtigen, von den Ästen der Urwaldbäume herabhängenden Wabe stoßen wir dann im weiteren Verfolg der Zellenbauweise auf die typische sechseckige Wachszelle der *Apis*-Arten; aber auch hier haben wir noch das *Melipona*-Stadium, nämlich — wie ich mit Sicherheit im Jahre 1912 in Sumatra und Ceylon zu ermitteln vermochte — nur gleichartige Zellen und erst bei der kleinsten indischen, ebenfalls nur eine freihängende Wabe bauenden Biene, der *Apis florea*, gelangen wir zu dem gesetzmäßig bestimmten, scharf gegliederten Zellenbau, wie er uns ausschließlich auch bei der *Mellifica* begegnet und wie er sich auf der Fig. 21, S. 95 zeigt, nämlich zahlreiche sechseckige Arbeiterzellen, sechseckige Drohnenzellen, die etwas größer sind, und schließlich die großen, runden, eichelförmig herabhängenden Weiselzellen (s. auch Fig. 57, S. 212).

Während die *Meliponidae* die Zellen noch nach Weise der Solitären mit Futter versehen, wie ich das näher (1903) ausführte, also die Zelle mit Honig und Pollen füllen, und dann, nachdem die Königin ein Ei darauf gelegt hat, die Zellen schließen, tritt bei den *Apis*-Arten die Eiablage in die leere Zelle ein und die Larve wird andauernd gefüttert. Auch sonst zeigen die *Meliponidae* noch viele primitivere Züge, wie das jedesmalige Abbauen der Zellen, während sie bei *Apis* dauernd benutzt werden usw.

So wären wir denn unter Benutzung hauptsächlicher Momente in kurzem Zuge durch ein weites Gebiet geeilt, das Luftschiff der Hypothese benutzend, dort, wo andere Wege nicht mehr gangbar waren. Wenn hier die *Apinae* in Verbindung gebracht wurden mit den *Bombinae* und diese mit den *Meliponidae*, so deutet das auf keinerlei engere Verwandtschaft hin, es sind ganz differente Zweige am Stammbaum. Die direkten Vorfahren der *Apis*-Arten fehlen uns bis hinab zu den solitären bis jetzt vollständig. Es galt mir nur, wie ich nochmals wiederhole, an den vorhandenen Staatenausgestaltungen zu zeigen, daß noch biologische Stufen vorhanden sind, über die auch die ausgestorbenen Zwischenformen geschritten sein mögen.

Der nebenstehende biologische Stammbaum möge den Aufstieg zum sozialen Leben noch einmal in kurzer Übersicht illustrieren.

Biologischer Stammbaum.

Apidae

Apinae
(Honigbienen)
(*Apis mellifica*
„ *indica*
„ *florea*
„ *dorsata*)

Meliponidae
(Stachellose Bienen)
(*Meliponae* und
Trigonae)
etwa 170 Arten.

Bombinae
(Hummeln)
etwa 250 Arten.

Weibchen (altes) und unbefruchtet bleibende junge Weibchen (Hilfsweibchen) mit parthenogenetischer Eiablage arbeiten zusammen im alten Nest. Anfang der Einfamilienkolonie.

(?)

Weibchen sieht Brut ausschlüpfen. Bewachung des Nestes. Größere Anzahl der Zellen. Zellenanlage wabenähnlich.

(*Halictus quadricinctus.*)

Weibchen sieht Brut ausschlüpfen. Bewachung des Nestes.

(*Halictus sexcinctus.*)

Weibchen stirbt, bevor die Brut erscheint.

Weibchen 2 und mehr eine Niströhre gemeinsam benutzend, aber jegliches nur für seine Jungen sorgend.

(*Panurgus*, *Halictus*, *Osmia*, *Eucera* usw.)

—Weibchen oder Weibchen und Männchen gesellig überwinternd.

(*Halictus*, *Ceratina*, *Xylocopa* usw.)

Weibchen — mehrere unabhängig voneinander — Einzelnester in Kolonien anlegend. Auftreten der ersten sozialen Instinkte.

(*Andrena*, *Anthophora*, *Chalicodoma*, *Osmia* usw.)

Weibchen Einzelnest isoliert bauend.

(*Prosopis*, *Osmia papaveris* usw.)

II.

Zur „Geschichtsphilosophie“ des Bienenstaates.

Polygyner oder monogyner Ursprung der Staatenbildung. Die Ansichten über die Entstehung der Staatenbildung gehen natürlich, da es sich im wesentlichen um ein hypothetisches Gebiet handelt, auseinander. Ich glaube, daß man sich hier hin und wieder nicht genügend freimacht von anthropomorphen Vorstellungen und mit dem Worte „Staat“, „Kolonie“ — wie bei dem menschlichen Staatsgefüge — eine ursprüngliche Vereinigung mehr oder minder zahlreicher Familiengründer bzw. Familien begreift, während es sich, soweit ich nach langjährigen Beobachtungen an subtropischen, tropischen und paläarktischen Insektenstaaten zu beurteilen vermag, im Grunde genommen bei diesen Gebilden nur jeweils auch der Entstehung nach um eine erweiterte Familie, um einen Einfamilienstaat handelt. Schon Espinas (deutsch von W. Schlosser 1879) hat auf „die Gefährlichkeit der Vermengung der von der niederen Tierwelt gebotenen Erscheinungen mit denen der menschlichen Gesellschaft“ hingewiesen: „Man hat sich zu hüten, so unähnliche Erscheinungen unter einer Bezeichnung zusammenzufassen. Die Verwirrung der Ausdrücke zieht in solchen Fällen eine dauernde Verwirrung der Vorstellungen nach sich.“

In meinen vorstehenden Erörterungen glaube ich genügend die polygynen Vergesellschaftungen bzw. die sozialen Instinkte der solitären Bienen und Wespen betont zu haben. Ich verweise auch noch auf Bouvier (1901), Ferton (1905 usw.), Turner (1908), denen sich noch manche andere anschließen. Auch die polygynen Verhältnisse bei den sozialen Bienen bzw. Hummeln und Wespen sind von mir genugsam erwähnt worden (besonders 1903), ebenfalls, daß gewisse Wespenarten anscheinend ständig polygyn leben und sich durch Schwärme fortpflanzen (s. auch Ducke 1905, 1907).

Zweierlei Arten von Polygynie. Man muß sich nun aber klar machen, daß es zweierlei Polygynie gibt und es scheint mir, daß meine früher veröffentlichten Ausführungen nach dieser Richtung hin nicht völlig verstanden worden sind. Der eine Fall liegt so: Wir sehen an günstiger Niststelle zahlreiche befruchtete Weibchen solitärer Bienen sich zusammenfinden, die, wenn die Vorbedingungen gegeben waren, zu gemeinsamem Nestbau schritten, bei dem aber sehr wahrscheinlich

noch jedes Weibchen seine eigenen Zellen baute und seine eigenen Jungen versorgte, wie das der Natur der Solitären entspricht, aber es wäre auch denkbar, daß hier ein gegenseitiges Füttern stattfände, daß eine Mutter auch die Kinder der anderen versorgte. Hier hätten wir dann eine wirkliche reine Polygynie. Wir haben aber in diesen polygynen Vergesellschaften kasueller Art nur insofern Vorläufer zu erblicken, als eine gewisse Sozietät (soziale Instinkte) konstatierbar ist, deren Feststellung insofern von Wert sein dürfte, da bei dem Versuch, das Herauswachsen des Familienstaates aus dem Reich der Solitären zu erklären, vor allen Dingen nachzuweisen ist, daß soziale Instinkte dort unten damals schon vorhanden sein konnten, zumal wir sie heute noch vorhanden sehen. Wir wissen aber, wie gesagt, noch nicht einmal, ob bei derartigen Zusammenscharungen der Kontakt zwischen Mutter und Kind (Imago) erreicht wird und der Weg zum Insektenstaat läuft sicherlich nur durch die Familie!

Auch bei den sozialen Insekten haben wir hin und wieder anscheinend rein polygyne Zustände. Paul Marchal (1896) stellte — wie schon v. Siebold (1871) vor ihm — bei der sozialen Wespenart *Polistes gallica* fest, daß die Nestgründung nicht so sehr selten — nach Ferton (1901) sogar häufig — durch mehrere Weibchen vorgenommen wird. Marchal meint nun, daß hiermit ein Fingerzeig hinsichtlich der Bildung des Staatswesens gegeben sei. Er wird hierin bestärkt, durch „die von ihm gefundene gemeinsame Überwinterung von 19 *Polistes*-Weibchen in einem Winterversteck, eine Beobachtung, die auch von Janet bestätigt wird. Marchal glaubt, es sei sehr wahrscheinlich, daß die *Polistes*, welche einen Nestbau gemeinsam gründen, auch den Winter gemeinsam in demselben Versteck verbracht haben werden und nimmt dann weiter an, daß »dans certains cas, l'hibernation en commun, dans une même demeure« bewirkt haben dürfte: »peut-être l'origine de la fondation immédiate d'une société chez les *Polistes*«“ (vgl. Butt.-Reep. 1903).

Ich glaube aber, daß wir solchen Zufälligkeiten schwerlich das Staatengebilde, das an durchaus verschiedenen Stellen der Entwicklung – und nicht nur bei den Hymenopteren – unabhängig voneinander vor sich gegangen ist, zu verdanken haben. Hier müssen gewisse Gesetzmäßigkeiten gewaltet haben. Ich finde aber im Vorerwähnten keinen mir irgendwie plausibel erscheinenden Weg, der dem Problem nahe kommt oder näher kommt, als der von mir bezeichnete. Wie zufällig derartige Polygynien zustande kommen können, ergibt sich auch aus folgender Beobachtung Fertons (1901) ebenfalls bei *Polistes gallica* L.

In einem alten verfallenen Gewächshause zu Chateau-Thierry bemerkte dieser vortreffliche Hymenopterologe im Mai zahlreiche Exemplare von *Polistes gallica*-Weibchen. In den ersten Tagen dieses Monats wurden acht Nester im und außen am Gewächshause angelegt. Ein jedes dieser acht Nester war das Werk eines einzigen Weibchens. Die anderen Nester, die nach Ferton „sans doute" auch durch eine einzige Wespe begonnen waren, wurden am ersten oder zweiten Tage von mehreren *Polistes*-Weibchen aufgesucht. Beim Beginnen war diese soziale Beziehung noch etwas locker; selten arbeiteten zwei Insekten zu gleicher Zeit am Nest, denn fast immer, wenn ein Weibchen mit Baustoff herankam und das Nest besetzt fand, wartete es, bis der Gefährte das Nest verließ. [Hier bemerken wir deutlich den monogynen Instinkt, wenn man es kurz so bezeichnen darf, der auch durch v. Siebold (1871, S. 26) bei dieser Wespe beobachtet wurde. v. B.]. Trotzdem löste ein Zusammentreffen auf der Wabe oder selbst das Hinzugesellen einer Fremden (im Gegensatz zu den Sieboldschen Beobachtungen) nur freundschaftliche Proteste aus. Meistens verbrachten die Mütter die Nacht auf den Zellen, außerdem vereinigten sich einige aus verschiedenen Nestern während der Nacht auf einem Brette des Gewächshauses. Das Zusammenleben auf den Nestern war kein konstantes, so ging eine Wespe von einem zum anderen Neste, um dann wieder zum ersten zurückzukehren (s. auch v. Siebold 1871, S. 84). Ein Nest, das am 4. Mai gegründet wurde, hatte am folgenden Tage zwei Bewohner und verschiedentlich drei am selben Tage und am 8. Mai fand Ferton sechs *Polistes* in gutem Einvernehmen darauf, die bereits ein Dutzend Zellen gebaut hatten. Sie fütterten sich gegenseitig. Soweit Ferton.

Wie gleichgültig erscheint diese Vielheit. Ein Weibchen erreicht auch dasselbe Ziel. Möglich aber durchaus unsicher ist, daß diese Weibchen ursprünglich einem Nest entstammten, wie Ferton vermutet. Waren es aber ursprünglich nestfremde Weibchen, so hätten wir auch hier eine reine Polygynie.

Ähnliche Vorgänge erlebte ich übrigens bei der Beobachtung der Gründung von Ameisennestern (1905 b).

Die Sippenpolygynie. Der zweite Fall einer Polygynie liegt dann im Wesen völlig anders. Nehmen wir einmal an, der Zusammenschluß zur ersten Kolonie sei in der von mir geschilderten Weise vor sich gegangen und aus der Familie sei der Einfamilienstaat geworden, dadurch daß die Kinder oder ein Teil der Kinder der Mutter zur Hand gingen und infolge der Ausübung der Eiablage-

und Brutpflegeinstinkte, — wie wir das heute noch sehen — den Trieb zur Begattung verloren. Die Kinder aber die sich befruchten ließen, werden nicht in das Nest zurückgekehrt sein, sondern dem alten Instinkte gemäß zur Gründung je eines neuen Nestes an anderer Stelle geschritten sein, wie wir dieses auch noch bei den rezenten Solitären und vielen Sozialen als strikte Gewohnheit konstatieren können. Auf dieser Stufe des primitiven Familienstaates ist die Lebensdauer der Mutterbiene jedenfalls noch eine sehr beschränkte gewesen, und beim Abgang des alten Weibchens wird ein Ersatz eingetreten sein, indem ein Hilfsweibchen nachträglich noch zur Kopulation geschritten ist usw. Dieser Instinkt, das biologisch Notwendige zum Gedeihen der erweiterten Familie Erforderliche auch zu leisten, ist ein auch heute noch nachweisbarer. Geht im Staate der *Mellifica* die Königin verloren, so wird aus einem beliebigen befruchteten Ei (richtiger aus einer ganz jungen Larve) eine Königin (Nachschaffungs-) erzogen. Sind keine Drohnen da, werden Drohnenzellen gebaut usw. Wird bei den Termiten durch irgendwelche Vorgänge die Anzahl der Mitglieder der verschiedenen Kasten geschmälert, so werden aus Jugendstadien, die normalerweise sich anders entwickelt hätten, die fehlenden Formen ergänzt (Grassi und Sandias, 1893); so fand ich (1914) bei *Capritermes minor* Holmgr. in der königlichen Kammer an Stelle der irgendwie zugrunde gegangenen Königin 15 Ersatzköniginnen (Neotenen). Ähnliche Zustände haben wir bei den Ameisen (vgl. Escherich 1906a).

Da wir die Fähigkeit parthenogenetischer Entstehung von Männchen als Vorbedingung beim Übergang zur sozialen Lebensweise ansehen mußten, so werden bei der nachträglichen Kopulation die nötigen Männchen wohl stets zur Verfügung gewesen sein, zumal sich die Hilfsweibchen, wie sie es heute noch tun, an der Erzeugung der Männchen beteiligten. Da bei der geringen Anzahl von Zellen, wie wir sie an der Schwelle der Staatenbildung wohl voraussetzen müssen, ein Weibchen völlig genügte, mag auch wohl anfänglich nur ein Weibchen wieder an die Stelle getreten bzw. nacherzeugt sein. Als allmählich ein größerer Zellenreichtum entstand, wird der Fortschritt in der Weise stattgefunden haben, daß das Weibchen stets fruchtbarer und langlebiger wurde, wie wir das im Extrem bei *Apis mellifica* oder bei den Termiten sehen, oder aber es hat sich bei einigen Hymenopteren (z. B. bei den Ameisen und einigen Wespen und Hummeln) nach und nach der Instinkt ausgebildet, daß neben der Mutter noch weitere befruchtete, im selben Nest geborene Weibchen im Nest tätig waren, die zur Vergrößerung der Kolonie

beitrugen. Bei derartigen Kolonien ist auch heute noch die Lebensdauer des einzelnen Weibchens zum mindesten bei Wespen und Hummeln wohl nur von kurzer Dauer und dürfte kaum ein Jahr überschreiten, doch wissen wir hierüber von den tropischen Formen noch nichts. Auf den ursprünglich monogynen Zustand weist aber noch immer hin, daß z. B. bei den hiesigen Hummeln und Wespen und wohl meistens bei den Ameisen und auch bei den Termiten jede neue Kolonie nur von einem Weibchen begründet wird, während wir bei einigen neotropischen Wespenarten auch eine polygyne Neugründung zu konstatieren vermögen.

Das nachträgliche Kopulieren eines Hilfsweibchens, das bei den *Apis*-Arten heutzutage nicht mehr vorkommt bzw. durch das Rudimentärgewordensein der Geschlechtsorgane sich nicht mehr ereignen kann, wird damals, sowie die biologischen Erfordernisse herantraten, Regel gewesen sein. Sehen wir eine derartige Möglichkeit doch auch heute noch bei primitiven Staatenbildungen, die uns noch keine typischen Arbeiter, sondern nur Hilfsweibchen zeigen, d. h. körperlich meist kleinere normalerweise unbefruchtet bleibende, aber in anatomisch-morphologischer Hinsicht sich nicht von der „Königin“ unterscheidende Nebenweibchen wie in den paläarktischen *Polistes*-, *Vespa*- und *Bombus*-Staaten. Sowohl v. Siebold (1843, S. 377), als Leuckart (1858, S. 102) und Adam (1912, S. 52) haben diese anatomische Gleichheit festgestellt. Über die in dieser Hinsicht anscheinend abweichenden Hummeln und Wespen Brasiliens ist weiterhin noch Näheres zu sagen. Und v. Siebold (1871, S. 97) hat dann auch bei einem entweiselten Volk von *Polistes gallica* L. konstatiert, daß ein „Hilfsweibchen“ sich befruchten ließ, desgleichen beobachtete Hoffer (1885), daß sich nach dem Absterben der alten Königin im Neste von *Bombus alticola* Kriechb. ein „kleines Weibchen“ des Eierlegens annahm. Da sich aus den Eiern Arbeiter und Männchen entwickelten, mußte eine Begattung stattgefunden haben.

Die Polygynie, die sich erst sekundär auf der bereits monogyn gesicherten Grundlage des Einfamilienstaates ausbildete, ist also im Wesen etwas ganz anderes. Es handelt sich hier stets um Familien- bzw. Nestgenossen engster Verwandtschaft, deren mehr oder minder große Vielheit gleichgültig ist für den Staatsgedanken, denn nur im Auftreten unbegattet bleibender Hilfsweibchen bzw. Arbeiter liegt das Wesentliche. Diese sekundäre Sippen-Polygynie, wie ich sie bezeichnen möchte, läuft daher vielleicht seit langem mit durch, da zu ihrer Entstehung nur nötig war, daß die jungen befruchteten Weibchen den alten Nest-

fluchtinstinkt überwanden und nach der Befruchtung ins alte Heim zurückkehrten.

Wir finden diese Sippen-Polygynie mehr oder weniger, wie noch eingehender betont sein möge, bei vielen hier in Betracht kommenden Insektenstaaten, bei den Hummeln (vgl. auch Hoffer 1883), Ameisen, Wespen und Termiten (Escherich 1909, Butt.-Reep. 1914), ganz gleich, ob sie der neotropischen, paläarktischen, orientalischen oder sonst einer Region angehören. Die Polygynie bei den Ameisen entsteht in der einfachsten Form in der Weise, daß beim Hochzeitsflug in der Nestnähe oder auf der Nestoberfläche befruchtete Weibchen durch die Arbeiter in das Nest zurückgeleitet werden (Escherich 1906). Fallen sie auf fremde Nester — wenn auch derselben Art — so werden sie massakriert. Ich fand in Sumatra ein Ameisenvolk (*Tapinoma melanocephalum* F. var. *malesiana* n. var. For.), das etwa 100 eierlegende Weibchen besaß (Butt.-Reep. 1913). Es wird aber kein Ameisenforscher bezweifeln, daß dieses Volk potentia von einem Weibchen begründet werden konnte und wahrscheinlich auch begründet wurde. Es sind Fälle bei den Ameisen bekannt geworden, daß die Gründung einer neuen Kolonie durch zwei, drei und mehr anscheinend nicht aus demselben Nest stammende Weibchen derselben Art vor sich ging, aber es deuten gewisse Vorkommnisse darauf hin, daß diese schöne Eintracht später dann nicht standgehalten haben dürfte, da der monogyne Instinkt die Beseitigung nestfremder Weibchen bis auf eins durchzusetzen scheint. Ich habe einen derartigen Fall bei *Lasius niger* beschrieben (1905 b). Jakob Huber (1905) und Mc. Cook u. A. (s. Escherich 1906 a) beobachteten anscheinend ähnliches bei anderen Arten. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse scheint der polygyne Zustand auch der Ameisenkolonien daher, wie gesagt, ebenfalls nur der Sippen-Polygynie zuzugehören. Es handelt sich also nur um Kinder derselben Kolonie.

Anormale Polygynie bei Sozialen. Anormalerweise finden wir auch bei der *Apis mellifica* das gleiche. Claus gibt das Vorkommen einer zweiten befruchteten Königin im *Mellifica*-Staat als etwas Neues an. Wir kennen derartige Ausnahmen aber seit sehr langer Zeit (vgl. Berlepsch 1873). „Theoretisch scheint die Möglichkeit der Angewöhnung zweier Königinnen nicht ohne Bedeutung. Möglicherweise wird es dem experimentierenden Bienenzüchter gelingen, nicht nur Stöcke mit zwei, sondern mit drei und mehr Königinnen zu erzielen und auf diesem Wege Anhaltspunkte zur Prüfung der phylogenetischen Ableitung des Bienenstaates zu ge-

winnen" (Claus 1894). Ich sehe auf diesem Wege nicht die geringste Möglichkeit, dem Werden der Staatenbildung näher zu kommen.

Dasselbe ereignet sich ausnahmsweise auch bei den *Meliponidae* (H. v. Ihering 1903), wie bei *Vespa germanica* (Kristof 1879). Von besonderem Interesse in dieser Richtung sind die Beobachtungen von Pierre Huber (1802, S. 294) an Hummeln: „Les mâles de la dernière ponte fécondoient les grandes femelles pendant ce premier période de leur vie: celles-ci destinées à fonder de nouvelles colonies n'étoient cependant pas inutiles à celles qu'elles habitoient encore; elles travailloient comme de simples ouvrières dans le nid où elles avoient pris naissance; elles s'occupoient comme elles à recolter le miel et le pollen; je les ai vues chargées de pelottes à leurs jambes, vuider dans les pots-à-miel celui qu'elles avoient recueilli sur les fleurs" usw. Es geht hieraus also hervor, daß die jungen bereits befruchteten Königinnen sich an den Arbeiten im alten Mutternest beteiligen, aber, wie aus einer anderen Stelle der Huberschen Schrift ersichtlich, der Eiablage widmen sie sich nicht, diese beginnt für die „grandes femelles" erst nach der Überwinterung im neugegründeten Nest. Auch Hoffer (1883, S. 87) weiß von jungen Königinnen zu künden, die Pollen in ihr Mutternest, in dem noch die Nestgründerin schaltete, eintrugen.

Es bleibt natürlich zweifelhaft, ob diese im Sommer bzw. im Herbst geborenen jungen Königinnen wirklich befruchtet waren. Pierre Huber nimmt das offenbar als sicher an.

Die Polygynie einiger neotropischer Sozialen. Nun wird immer wieder, ohne einen Unterschied der verschiedenartigen Wesenheit polygyner Verhältnisse in Betracht zu ziehen, die polygyne Entstehung der Staatenbildung als etwas Selbstverständliches und Notwendiges betont, obgleich meines Wissens keiner dieser Betoner auch nur den Versuch gemacht hat, diese Notwendigkeit irgendwie eingehender zu begründen. So finde ich derartige Gedanken aufs neue in dem jüngst erschienenen, umfangreichen, genauer Literaturangaben leider entbehrenden Werke von O. M. Reuter (1913). Reuter meint, daß die primitiven Faltenwespen- und Bienengemeinschaften, unter Hinweis auf einige neotropische Formen, polygyn gewesen sein müssen, ferner habe man unter anderem auch heute noch bei einer in Ägypten lebenden Varietät der „jetzt meistens monogynen Apis mellifica" einen „normal polygynen (polygamen) Zustand" [1]). Hier sehen wir, so glaube ich, wieder die Verwechselung sekun-

[1]) Der mehrfach gebrauchte Ausdruck „polygam" erscheint unrichtig. Polygamie bedeutet Vielehe, wobei man die Anwesenheit eines Mannes voraus-

därer Verhältnisse mit primären Ursachen. Die *Apis mellifica* ist normalerweise stets monogyn, auch die ägyptische Varietät *Apis fasciata* Latr. Bis jetzt ist noch kein Fall bekannt geworden, daß ein Schwarm mit mehr als einer befruchteten Königin (s. Vorschwarm) zu einer Neugründung ausgezogen oder daß in Nachschwärmen mit jungen Königinnen normalerweise von Anfang an die Neugründung mit zwei oder mehreren Königinnen, deren Befruchtung kurz nach der Ansiedelung erfolgt (s. Kapitel über Biologie), vor sich gegangen sei[1]).

Reuter bezieht sich bezüglich einiger Formen auf R. v. Ihering, dessen Untersuchungen bei neotropischen *Bombus*-Arten, die vielen bekannten oben schon erwähnten Fälle vermehren, also den Nachweis liefern, daß auch bei den brasilianischen Hummeln „polygame“ Zustände herrschen, doch kommen auch Hummelstaaten mit einem befruchteten Weibchen vor. Wie schon erwähnt, sind diese Kolonien

---

setzt. Dergleichen gibt es in den Insektenstaaten nicht. Polygynie bedeutet eine Vielheit von Weibern, hierdurch wird die Situation gut bezeichnet. Ich erinnere auch an die ähnlichen gebräuchlichen Bildungen: Ergatogynie, Pseudogynie, Mikrogynie usw. Man versteht unter Polygynie in diesem Zusammenhang also lediglich den Beginn einer Kolonie nicht durch ein einzelnes Weibchen (Monogynie), sondern durch mehrere.

[1]) Reuter hat offenbar Vermutungen v. Siebolds (1865) über das Auftreten von jungfräulichen Königinnen neben der einen befruchteten Stockmutter mißverstanden. Vogel (1865a) beobachtete diese Königinnen, die sich durch ein gelbliches Scutellum und ihre Kleinheit von der Stockmutter bzw. normalen Königin unterschieden, in einem ägyptischen Volke bzw. in der Nachzucht aus diesem Volke. Allen gemeinsam war, daß sie sich nicht begatteten, sondern drohneneierlegend wurden. Es handelt sich um einen nicht aufgeklärten ganz anormalen Fall, der uns vielleicht einen Rückschlag zum Hilfsweibchenstadium zeigt. In zwei Völkern, die ich direkt aus Ägypten erhielt, und die ich länger beobachtete (Butt.-Reep. 1906), fanden sich diese Wesen nicht, auch hat niemand sonst, trotzdem seit Vogel mehrfach ägyptische Bienen herüber kamen, derartiges wieder bemerkt, noch haben in Ägypten ansässige Züchter jemals darüber berichtet. Möglicherweise sind diese Königinnen anormale Nachschaffungsköniginnen, zumal sie das typische gelbe Scutellum der Arbeiterinnen besaßen, gibt doch auch Vogel an, daß sie aus Arbeiterzellen ausgeschlüpft seien. Einiges bleibt bei dieser Annahme aber noch ungeklärt. Jedenfalls kann man diesen einen Fall nicht für polygyne Verhältnisse bei der *Mellifica* verwerten. Möglich ist auch, daß Reuter Angaben von mir (1911) mißverstanden hat, nach denen neben der befruchteten Königin jungfräuliche Königinnen oder eierlegende Arbeiter vorkommen sollen, was aber nichts für das Vorliegende beweisen würde. Reuter tischt übrigens auch das alte Märchen wieder auf, daß die Bienen in den Tropen keinen Honig im Vorrat sammeln, ein Märchen, das seit Jahrzehnten in der Imkerliteratur spukt und durch Maeterlinck (1901) neu belebt wurde (vgl. Butt.-Reep. 1905f).

perennierend und die Begründung einer neuen Kolonie soll nach R. v. Ihering (1903, 1903a) durch Aussenden von Schwärmen erfolgen.

Nachdem R. v. Ihering (1903a) den oben auf S. 59 näher bezeichneten, wörtlich meiner „Stammesgeschichte" entnommenen Absatz zitiert hat, sagt er: „Dieser Annahme (nämlich der monogynen Entstehung des Familienstaates) wird durch die von mir gemachten Beobachtungen der Boden entzogen. Wir wissen jetzt, daß sowohl bei den sozialen Wespen" (z. B. *Polybia*-Arten) „wie bei den Hummeln in den Tropen die Staaten polygam sind und wir können nicht daran zweifeln, daß ein solches Stadium meist auch bei den Bienen bestand. Somit (? v. B.) knüpfen die niederen polygamen Staaten der Hummeln und Wespen unmittelbar an die geselligen Vereinigungen der solitären Hymenopteren, namentlich der Bienen an." „Es gibt nur einen wirklich wichtigen Unterschied zwischen den geselligen Vereinigungen der solitären und sozialen Bienen, nämlich die Entstehung von Arbeitern bzw. Weibchen mit verkümmerten Genitalorganen bei letzteren. Somit (? ? v. B.) knüpfen die primitiven polygamen Staaten der sozialen Hymenopteren unmittelbar an die natürlich ebenfalls polygamen Vergesellschaftungen, um nicht zu sagen Staaten (! ? ? v. B.), der solitären Bienen an."

Abgesehen davon, daß es sich hier nicht um rein polygyne Verhältnisse handelt, sondern um die besprochene Sippenpolygynie, sind im vorstehenden viele recht bestimmte Urteile über gänzlich Unbewiesenes und so sehr mangelhaft Bekanntes! Es ist sehr schade, daß wir, bei einer Übersicht der ganzen Verhältnisse, nicht so positiv zu urteilen vermögen, denn dann wären wir bald im klaren. Aber leider „wissen" wir noch gar nichts Bestimmtes darüber, daß die „Wespen in den Tropen polygam" sind, wir wissen — seit langem — nur, daß einige Wespenarten in Brasilien monogyn! sind und einige Wespenarten anscheinend ständig mehrere befruchtete Weibchen im Nest aufweisen, die aber zweifellos aus derselben Kolonie stammen und daß sie „Schwärme" mit mehreren befruchteten(?) Weibchen aussenden, die aber ebenfalls derselben Familiengemeinschaft angehören. Über die zahlreichen tropischen Wespenarten Ostindiens oder Afrikas wissen wir dagegen in dieser Beziehung fast gar nichts. Wir wissen ferner nicht einmal, ob ein brasilianisches *Polybia*-Weibchen imstande ist, noch allein ein Nest zu gründen. Ist sie dazu nicht mehr imstande, wie das wohl der Fall sein mag, so würde uns das — vom Schwärmeabgeben noch gar nicht zu reden — ebenfalls darauf hinweisen, daß wir es hier schon mit

einer recht fortgeschrittenen Staatenbildung zu tun haben, die der der *Apis mellifica* nahe stünde. Jedenfalls könnten wir diese Zustände, und das will R. v. Ihering, für „primitive“ Verhältnisse schon aus diesem Grunde nicht im Vorzug heranziehen. Typische Schwärme „wie bei den Bienen“ sind nur in höher organisierten Staaten möglich. Ich weiß mich hier eins mit Emery (1894). Dann aber gibt es in Brasilien, wie betont, monogyne Wespenstaaten (*Polistes*, *Mischocyttarus*, *Megacanthopus*). Und was ist uns von tropischen Hummeln bekannt? Ebenfalls sehr wenig. Von einigen brasilianischen *Bombus*-Arten wissen wir — abgesehen von sonstigen biologischen Verhältnissen — nur, daß Nester wohl meistens mit mehreren befruchteten und unbefruchteten Weibchen vorkommen, die aber zweifellos ebenfalls Kinder der Kolonie sind und daß sie „Schwärme“ aussenden sollen. Freilich hat R. v. Ihering „bisher weder Schwärme noch frisch begonnene Nester beobachtet“, doch hat er von „zuverlässigen Beobachtern“ über solche Schwärme gehört und in den „Zeitungen“ darüber gelesen. Wer gibt uns die Gewähr, daß wir es hier mit wirklichen Schwärmen zu tun haben. Haben wir hier nicht vielleicht ein Fortwandern des ganzen Volkes? Zunehmende Nässe, Störungen durch Feinde, Trockenzeit, Regenzeit, Trachtbedingungen usw. könnten bei den Hummeln ein Verlassen des Nestes bewirken, wie ich es auf Ceylon bei der *Apis indica* beobachtete, als das Nest andauernd von Ameisen (*Oecophylla smaragdina*) belagert wurde (Butt.-Reep. 1912). Berichtet doch auch H. v. Ihering (1896) von Feinden (Eidechsen), die die Wespennester zerstören bzw. berauben und wohl auch den Hummelnestern Besuche abstatten werden und Ducke (1905, s. auch S. 78), gibt sogar an, daß die polygynen Wespen ihr Nest bei Störungen bisweilen ohne weiteres aufgeben und davonziehen.

Das Wesen der verschiedenen Schwarmarten. Kommen aber sogenannte „Schwärme“ vor, was immerhin möglich ist, sehen wir sie doch auch bei einigen der dortigen sozialen Wespenarten, so müssen wir auch hier fragen, welcher Art sind denn diese „Schwärme“, denn man wirft unter Schwarm und Schwarm grundverschiedene Dinge zusammen, deren Wesensunterschied nicht übersehen werden darf. Wir haben einerseits z. B. den *Apis mellifica*-Schwarm, dessen biologische Notwendigkeit dadurch bedingt wird, daß die Königin nicht mehr imstande ist, eine neue Kolonie allein zu begründen, wie das aus dem Kapitel über die Biologie klar hervorgeht, andererseits sind da die Schwärme z. B. der indischen *Apis dorsata*, die in einem Fortwandern des ganzen Volkes bestehen und deren biologische

Notwendigkeit einesteils darin beruht, daß bessere Weidegründe aufgesucht werden müssen (Butt.-Reep. 1903), anderenteils zugleich durch dieselbe Hilflosigkeit der Königin wie bei der *Mellifica* bedingt sind; die Arbeiter müssen daher mit (vgl. S. 223). Schließlich kommen derartige Schwärme in Betracht, wie sie bisher bei südamerikanischen sozialen Wespen und Hummeln, wie oben mitgeteilt, vorkommen bzw. vorkommen sollen. Nach den leider noch recht ungenügenden Angaben handelt es sich bei den Wespen anscheinend nicht um „Schwarmbildung, gegründet wie bei Bienen", wie H. v. Ihering (1896, 1911) angibt, denn die typischen Bienenschwärme finden wir, soweit unsere Kenntnis bis jetzt reicht, wie schon berührt, nur in monogynen *Apis*-Staaten. Das Mitziehen der Hilfsweibchen bzw. Arbeiter ist möglicherweise noch keine Notwendigkeit, denn ob eines der Weibchen jener polygynen Staaten die Fähigkeit besitzt, noch allein eine Kolonie zu begründen, weiß man nicht. Anatomisch-morphologische Gründe sprechen dafür, daß sie es noch können. Stets finden wir, nach den Angaben von Ducke und H. und R. v. Ihering, mehrere Weibchen im Schwarm. Es wäre von Interesse, mit Sicherheit festzustellen, ob die Weibchen befruchtet oder unbefruchtet im Schwarm abziehen. Auffällig ist nämlich, daß man nach H. v. Ihering in neugebauten, von Schwärmen begründeten Nestern, erst sehr spät Eier findet. Freilich sagt Ducke (1910): „l'essaim contient toujours plusieurs femelles pondeuses", aber ich finde keine Beobachtung in der mir vorliegenden Literatur, die darauf hinweist, daß die Königinnen eines Schwarmes sofort nach der Ansiedelung untersucht wurden. Nun hat H. v. Ihering (1896) aber die sehr interessante Beobachtung gemacht, daß die Insassen eines jener polygynen Wespenstaaten (*Nectarinia mellifica* Sauss.) „großen Teiles Eier enthielten, aber des rudimentären Receptaculum seminis halber als Arbeiter angesehen werden mußten" (ebenda), obgleich sich diese Arbeiter in keiner Weise äußerlich von den befruchteten Weibchen unterscheiden (Ducke 1904). Dieser Arbeiterbefund rückt die Sache ganz ins Unsichere und bei seiner außerordentlichen Bedeutung wäre eine eingehende Beschreibung mit Abbildungen sehr wünschenswert. Verhält sich das nun so, wie das nicht bezweifelt werden kann, so rücken diese Wespenstaaten so hoch hinauf, daß sie uns vorgeschrittenere Stadien zeigen, als die paläarktischen. Hierüber weiterhin noch einiges. Jedenfalls ist die Schwarmbildung offenbar eine durchaus abweichende und fällt nicht in die beiden vorerwähnten Typen hinein.

Das normale Wandern bei der afrikanischen Honigbiene. Von höchstem Interesse für das Problem des Schwärmens und die oben

behandelten Fragen ist eine durch Vosseler (1907) in Amani (Deutsch-Ostafrika) festgestellte Tatsache. Sein ausgezeichneter, sachverständiger Bericht (s. auch 1907 a) ergibt in Kürze folgendes. Ich erwähne zuvor, daß die dort heimische Biene, die mir in zahlreichen Exemplaren durch Prof. Christ. Schroeder, der sie vor einigen Jahren aus Amani mitbrachte, vorliegt, eine etwas verbastardierte *Apis mellifica st. unicolor-adansoni* Latr. ist.

Zu Beginn der Regenzeit im Februar und März, wenn in dem hochgelegenen Amani und seinen Urwäldern die Tracht aufhört, wandern die *Adansoni*-Völker außerordentlich eilig in die am Gebirgsfuße 400 bis 500 m tiefer liegende Steppe hinab, die alsdann ihre Nahrungsquellen bietet, siedeln sich dort an und erscheinen in Amani erst wieder während der Trockenzeit, während der es unten nichts mehr zu holen gibt. Neben diesem Wandern des ganzen Volkes zeigt die *Adansoni*, die sich sonst anscheinend in keiner Weise biologisch von der *Mellifica* unterscheidet, aber auch das typische Schwärmen, also den teilweisen Abzug des Volkes. Einem schriftlichen Bericht Vosselers entnehme ich dann noch das Nachstehende: „Im fünften Jahre meiner Anwesenheit wurde kein Wanderzug der Waldbienen mehr festgestellt, wohl aber mehr Schwärme eingefangen als zuvor und die Anwesenheit der Baumhöhlen bewohnenden Völker auch zur Regenzeit mit Sicherheit auf dem Gebiet Amanis bemerkt. Die Erklärung für diese übrigens nicht unvermittelt aufgetretene Änderung war nicht schwer zu finden. Durch Rodungen und Heranwachsen der Kulturen von Gewächsen aus allen Zonen hatte sich ein permanenter Flor entwickelt, der den Bienen der Umgebung genügend Nahrung auch in der nassen Regenzeit bot. Außerdem hatten sich, vielleicht als Folge vielfacher Rodungen, vielleicht auch aus meteorologischen Ursachen, die Regenzeiten ganz bedeutend gemildert. In der Steppe des Panganigebietes, also vom Usambaragebirgsfuß entfernt, scheinen die Neger das zeitweise Wegwandern nicht zu kennen, wohl aber am Gebirgsfuß“.

Diese mir erst nach Abschluß der Arbeit eingehender bekannt gewordenen Verhältnisse, zeigen uns demnach die Notwanderung, also die „Hungerschwärme“ (S. 86, 224) und daneben die Teilschwärme und zugleich eine interessante Modifikationsfähigkeit der Instinkte.

Vielleicht darf ich hier erwähnen, daß Vosseler besonders das sehr häufige Ausreißen frisch gefangener Teilschwärme betont. Es scheint mir, daß zum Teil die unrichtige Behandlung die Ursache ist. Man hat geglaubt, die Schwärme dadurch zu fesseln, daß man sie sofort im Stock fütterte. Das ist eine gerade das Gegenteil be-

wirkende Maßregel. Auch bei der *Mellifica* pflegen Schwärme, namentlich bei heißem Wetter, wieder „auszureißen", wenn sie Honig, beispielsweise in den Waben finden, die man in die neue Wohnung gehängt hat. Man muß daher solche Waben einer Kontrolle unterwerfen und nur solche hineinhängen, deren Zellen keinen Honig mehr aufweisen. Eine Wabe mit junger Brut pflegt dagegen einen Schwarm der *Mellifica* sicher zu fesseln (S. 123). Ich verweise auf die eigentümlichen Erscheinungen beim Füttern im Stock auf S. 229.

Die neotropischen Wespenschwärme. Kehren wir zu den Schwärmen der südamerikanischen Wespen zurück, so scheint doch auch bezüglich dieser noch vieles recht im Unklaren. So schreibt Ducke (1905) im Anschluß an das „Ausschwärmen": „Die Nester der Arten dieser Gruppe sind ausdauernd, d. h. ihre Dauer ist in keinem Falle bloß auf eine der Entwicklung günstige Jahreszeit beschränkt; es ist noch völlig unbekannt, aus welcher Ursache normalerweise sich die Staaten dieser Tiere auflösen[1]). Interessant ist es, daß diese Wespen, wenn man sie an ihrem Neste beunruhigt, dasselbe bisweilen ohne weiteres verlassen und an einem anderen Ort einen neuen Nestbau beginnen". Hier scheint also, falls kein Mißverständnis vorwaltet, das „Schwärmen" einem Auflösen, also einem Fortwandern des ganzen Volkes, gleichgesetzt zu werden. „Beim Ausschwärmen setzen sich die großen Arten in Traubenform an Baumäste usw., ganz wie es *Apis mellifica* L. tut. Doch enthalten im Gegensatz zur letzteren bei unseren Vespiden die Schwärme auch Männchen, wie ich es wenigstens bei *Apoica pallida* sicher konstatieren konnte." Auch bei der *Apis mellifica* ziehen die Männchen mit.

Der Wert tropischer Formen für die Stammesgeschichte. Nun hat man jenseits aber der „europäischen Bienenforschung", wenn auch in ungenügender Kenntnis der diesseitigen Ergebnisse, ein wenig vorwurfsvoll nahe gelegt, die dortigen (südamerikanischen) hier in Betracht kommenden Hymenopterenverhältnisse in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung mehr zu berücksichtigen, da unter anderem die tropischen Verhältnisse in dieser Beziehung noch das Ursprünglichere zeigten und nicht die jetzigen europäischen. Ginge man von letzteren, speziell von der *Apis mellifica* aus, so gelange man zu „verkehrten Schlußfolgerungen" usw. (H. v. Ihering 1903, 1911). Diese an und für sich sehr beachtenswerten Hinweise, die allerdings nur zum Teil richtig sind, kommen aber etwas zu spät,

[1]) Von mir gesperrt. v. B.

denn die „europäische Bienenforschung“ hat vor H. v. Ihering zum Teil ganz dasselbe betont und darnach gehandelt. Gerade die in Betracht kommenden südamerikanischen Verhältnisse, speziell die der stachellosen Bienen (Trigonen und Meliponen), wurden als „äußerst wichtige“ Zwischenstufen erkannt und stammesgeschichtlich verwertet, zumal die europäische Bienenforschung vor dem Erscheinen der „Monographie“ H. v. Iherings (1903) über diese Bienen seit Jahren und Jahrzehnten recht gut und zum Teil besser über das Einschlägige orientiert war. So kannten wir die angeblich noch „nie richtig gedeuteten“ jungfräulichen Königinnen der Meliponen bereits seit 1872 usw. (Drory 1872)[1]), die als neuen Befund von H. v. Ihering angegebenen Weiselzellen bei gewissen Trigonen bereits durch Pérez (1895a) und Silvestri (1902), letzterer wird von Ihering nicht erwähnt, wie auch viele sonstige von Ihering nicht angeführte höchst interessante biologische Einzelheiten (vgl. Drory 1872a, 1873, 1873a, 1873b, 1873c, 1874; Pérez 1895a; Ducke 1902); ferner kannte man hier die entwicklungsgeschichtlich sehr bedeutsame regellose Anordnung der Zellen bei gewissen südamerikanischen Trigonen (z. B. *Trigona silvestrii*), die von Silvestri (1902) entdeckt wurde und manches andere, wie z. B. das entwicklungsgeschichtlich überaus interessante Wachsschwitzen der Männ-

---

[1]) Auch Pérez (1895a), dessen kurze aber wichtige Angabe mir leider bei der Abfassung meiner „Stammesgeschichte“ (1903) entgangen war, berichtet von den jungen Königinnen bei *Melipona scutellaris* Latr.: „On voit les jeunes reines et les mâles coexister en même temps dans la ruche“. H. v. Ihering zitiert diese Arbeit. Seine Äußerung, daß man die jungen Königinnen nie als solche gedeutet habe, ist daher unverständlich. Ferner berichtet Pérez vom Ausschlüpfen einer jungen Königin aus der Weiselzelle einer nicht näher bezeichneten *Trigona*-Art. Da Pérez die Arbeiten von Drory kannte, der ebenfalls in Bordeaux wohnte, und daher das Nähere über diese jungen Königinnen als bekannt voraussetzte — auch Drory stellte seine Beobachtungen zum Teil an der *Melipona scutellaris* an —, wird er es nicht für nötig gehalten haben, weiteres darüber zu sagen. Sehr interessant sind auch die Angaben von Pérez über das Weiselloswerden der unbenannten *Trigona*. Da diese Beobachtungen bisher nicht beachtet wurden, bemerke ich kurz, daß die Trigonen nach dem Tode der Mutterbiene mehrere Weiselzellen errichteten und sie mit Futterbrei (pâtée) füllten. Sie warteten hierauf mehrere Stunden, „que la pondeuse y vint remplir son office“. Da die Eierlegerin aber tot war, erfolgte natürlich keine Eiablage. Die Arbeiterinnen verzehrten hierauf den Inhalt in wenigen Augenblicken. Mehrere Male wurden die Zellen bedeckelt und Pérez glaubte schon, daß eine Arbeiterin ein Ei hineingelegt habe, aber bald wurden die Weiselzellen wieder geöffnet und der Inhalt verzehrt. Von neuem gefüllt und bedeckelt, wiederholte sich derselbe Vorgang. Dann ließ alles Arbeiten nach und die Insassen des Stockes gingen in wenigen Tagen zugrunde.

chen bei einigen *Meliponidae* und sonstige biologische Verhältnisse, und benutzte alles dieses in phylogenetischer Hinsicht (Butt.-Reep. 1903[1]), während H. v. Ihering noch nichts darüber berichtet[2]). Die Angabe H. v. Iherings, daß die Rolle der Männchen im Haushalt der Meliponen „genau dieselbe zu sein schiene, wie bei der Honigbiene", dürfte infolge des konstatierten Wachsschwitzens kaum zutreffen. Man muß doch wohl annehmen, daß sie sich auch in gewisser Weise am Nestbau beteiligen, da sie den Hauptbaustoff ebenfalls produzieren. Möglich ist freilich auch, daß er unbenutzt bleibt. Die Äußerung H. E. Zieglers (1913), „daß den Drohnen im Bienenstock und überhaupt allen Männchen sozialer Hymenopteren gar kein Anteil an den Arbeiten des Stockes zukommt", trifft für die paläarktischen Formen zu, aber darf daher vorläufig wohl nicht für alle supponiert werden.

Es muß aber zur Betonung gelangen, daß zur phylogenetischen Beurteilung der so ungemein komplizierten Verhältnisse bei den staatenbildenden Insekten nicht nur die überdies noch recht wenig ausreichende Kenntnis tropischer Formen genügt, sondern daß es insonderheit auch einer Kenntnis der *Apis*-Staaten bedarf, die uns trotz ihres Hochstandes zahlreiche altertümliche Züge bewahrt haben, durch welche uns überaus wertvolle Führer in die Vergangenheit gegeben sind und da deren biologische Verhältnisse allein gründlich bekannt sind, uns überhaupt erst einen Wertmesser auch für primitivere Formen abgeben! H. v. Ihering (ebenda, S. 282) behauptet aber unter anderem Unrichtigen, die *Apis mellifica* stapele in Europa keinen Pollen auf, während es kein Volk ohne Pollenvorrat gibt, und er meint, weil bei den *Meliponidae*, nach der Ablage des Eies in die stets gleich großen Zellen, diese alsdann sofort geschlossen werden, jegliche Entwicklungsrichtung „definitiv" entschieden sei, es mutatis mutandis auch bezüglich der definitiven Entwicklungsrichtung so bei *Apis* sein müsse; es wäre demnach „widersinnig", anzunehmen, daß, „während der Larvenentwicklung Geschlecht und Stand der Imago" noch nachträglich umgeändert werden könne. Daß eine Geschlechtsveränderung nachträglich noch in Frage kommen kann, ist allerdings während der Larvenentwicklung schon um deswillen ausgeschlossen, weil neuerdings durch Zander, Meier und Löschel (Zander 1914) nachgewiesen wurde, daß sich bereits im Ei die weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane in

[1]) Diese Arbeit erschien ungefähr sechs Monate vor der Iheringschen.

[2]) Erst später (1911 u. 1912) wird von ihm die „ganz überraschende Nestform" der *Trigona silvestrii* beschrieben.

charakteristischer Weise differenzieren. Ob eine sehr frühzeitige Beeinflussung des Eies eine Umstimmung bewirken kann, ist noch nicht entschieden (vgl. Butt.-Reep. 1904, 1911 a; Cameron 1889; Armbruster 1913, 1913 a), jedoch auf das Äußerste unwahrscheinlich und nach dieser neuesten Zanderschen Veröffentlichung kaum noch disputierbar. Aber es wird bei *Apis* in einem weisellosen Volke nachträglich aus einer Arbeiterlarve, aus der normalerweise eine asexuelle Arbeiterin entstanden wäre, durch „äußere Einflüsse“, die als Entwicklungsreize der Keimanlagen dienen (s. weiterhin), ein anderer Stand, eine Königin (sog. Nachschaffungskönigin) erzeugt. Es geht wohl nicht gut an, nur weil ähnliche Vorgänge bei Meliponiden nicht bekannt sind, bzw. weil sie dort unmöglich erscheinen, sie bei *Apis* für „widersinnig“ zu erklären. Diese stammesgeschichtlich fundamental bedeutsame Tatsache der Umwandlung einer Arbeiteranlage in die königliche ist übrigens nicht durch Schirach (1766) zuerst entdeckt worden, wie in wissenschaftlichen und bienenwirtschaftlichen Werken verzeichnet steht (z. B. Leuckart 1858, Fr. Huber 1814 usw.), sondern bereits durch Nickel Jacob im Jahre 1568. Ich entnehme diese Tatsache einem alten Werk von Caspar Höfler (1614), das zum größten Teil ein Nachdruck der ersten Auflage des in damaliger Zeit weitverbreiteten Bienenbuches von Nickel Jacob ist, letzteres liegt mir aber nur in einer späteren Auflage vor (1700). Es heißt in der Höflerschen Herausgabe: „Ist der Weysel aber vmkommen/ so mus man ihm helffen mit Brut zusetzen/damit sie einen zeugen/ wie hernach gesaget wird“. Weiterhin heißt es dann, daß, wenn ein Volk ohne Weisel ist, so „schneide ich den Kranken drey Bletter von dem Gewürchte weg“, also drei Wabenstücke, „vnd gehe zu einem starcken / schneide jm auch zwey Bletter voller Brut am Gewürchte / ohne gefehr einer Spannen lang und breit / hienweg. Die Brut sol nichts verstrichen seyn“, also nicht alte verdeckelte Brut, „sondern jung vnd new“ / wie kleine Maden / Auch magstu die Bienen so darauff sind mitnehmen. Niem die Bletter / vnd setze sie den Krancken an stat der weggenommenen / vnd fornen ein stücke Honig darzu / zunechst der Brut / so werden sie liegen auff der Brut / zeugen Junge Bienen / vn machen wiederumb einen newen König oder Weysel / in vierzehn Tagen ohne gefehr“. Diesen sehr vernünftigen, auf Erfahrung beruhenden Rat des vortrefflichen Bienenmeisters Jacob, akzeptiert Höfler aber nicht, sondern schiebt ihn beiseite mit den Worten: „Wo man aber keinen Weysel mit der Brut in den Stock setzet / darff man nicht

gedencken / daß einer aus der Bienenbrut werde / wie der Autor vermeinet".

Auch Martin John (1691), der später noch als einer der ersten Entdecker des Wachsschwitzens der Bienen genannt werden wird, war über diesen Vorgang bis in alle Einzelheiten hinein genau orientiert (Berlepsch 1873).

Diese Umwandluug einer Arbeiteranlage in die königliche ist später dann in wissenschaftlich hervorragenden Schriften über Deszendenztheorie und Vererbungslehre usw. als zum Teil von grundlegender Bedeutung anerkannt und verwertet. Ich nenne nur Leuckart 1858, Graber 1877, Weismann 1893, 1894, 1902 usw., Emery 1894, Oscar Hertwig 1894 usw.

Wenn H. v. Ihering (1911) neuerdings sogar behauptet, daß „die Apiden in phylogenetischer Hinsicht in keiner Weise[1]) von Nutzen sein können", so weiß man nicht recht, was man zu diesem wenig sachgemäßen Urteil sagen soll.

Ameisenarbeiter erzeugen Arbeiter. Es möge hier, wenn auch nicht ganz in das Betonte hineinfallend, erwähnt werden, daß es nunmehr festzustehen scheint, daß zum mindesten bei unserer Gartenameise *Lasius niger* L. aus von Arbeitern gelegten Eiern wieder Arbeiter werden können. Reichenbach (1902) gab erste Kunde hiervon (vgl. auch Butt.-Reep. 1903, S. 120). Crawley (1912) liefert jetzt so starke Bestätigungen, daß man mit dieser Tatsache hinfort noch mehr rechnen muß. Eine Befruchtung der Arbeiter kommt nicht in Betracht [vgl. hierzu Nachtsheim (1913), der das Befruchtetsein annimmt], da sie angeblich kein Receptaculum seminis besitzen (Crawley, ebenda). Bei der *Mellifica* ist derartiges nie beobachtet und nach meiner Überzeugung auch ausgeschlossen.

Die neotropischen Hummelarbeiter. Die besonders auch durch R. v. Ihering (1903a) betonte Angabe, daß uns die südamerikanischen tropischen Formen, speziell die *Bombinae*, noch primitivere Zustände als die paläarktischen zeigen, bedarf noch weiteren Eingehens. Ich habe oben schon dieser Ansicht anscheinend Entgegenstehendes angeführt und weise ferner auf folgende Feststellungen hin. Während die *Bombus-*, *Vespa-* und *Polistes-*Arten der hiesigen Region, wie erwähnt (S. 63), noch keine typischen Arbeiter aufweisen, ist bei brasilianischen Hummeln angeblich schon der große Vorwärtsschritt zur Ausbildung solcher geschehen. Wir sahen soeben, daß dieser Schritt auch bei Wespen dort vor sich gegangen ist.

[1]) Von mir gesperrt. v. B.

R. v. Ihering berichtet: „Die Arbeiter haben in keinem Fall entwickelte Genitalien“ (1903a) und „Nie sah ich solche Geschöpfe, welche man in Europa als Hilfsweibchen bezeichnet. Es ist mir nicht bekannt, ob diese auf ihre Geschlechtsteile hin schon genauer untersucht wurden. Ich erkannte jedoch immer nur Weibchen oder Arbeiter. Bei letzteren sind die Eierstränge stets nur schlecht ausgebildet, so daß die größten Eier nur die Hälfte der Größe der legereifen Eier der Weibchen haben“ (1903).

Es scheint mir aber, als wenn diese Angaben durchaus nicht genügen, um eine so schwerwiegende Behauptung aufzustellen. Es kommt hier nicht auf die „Eierstränge“ an, sondern auf das Receptaculum seminis. Auch die Größenangabe der Eier bedarf sehr einer Bestätigung, da wir derartige Abweichungen zum mindesten bei *Bombus* und bei *Apis mellifica*, bei *Vespa* und *Polistes* der paläarktischen Region nicht kennen. Es scheint mir, daß keine legereifen Eier der Arbeiter zur Beobachtung gelangt sind. Die *Apis mellifica*-Arbeiterin hat außerordentlich reduzierte, kaum auffindbare Ovarien und sie legt dennoch Eier, die sich in der Größe nicht von denen der Königinnen unterscheiden, aber das Samenbläschen und der Samengang sind vollkommen rudimentär (Leuckart 1858, Adam 1912) usw. Bei den hiesigen Hummeln konstatierte Leuckart (ebenda), daß die Hilfsweibchen nur Eiröhren von selten mehr als etwa 4 mm Länge aufweisen, während die der Königin bis zu 53 mm heranwachsen; dennoch legen sie Eier, „die sich, wie die der Arbeitsbienen, in nichts von denen der befruchteten Königin unterscheiden“. Da die Hummelhilfsweibchen (desgleichen *Polistes* und *Vespa*) sich auch an der Eiablage, also an der Erzeugung der Männchen beteiligen, so darf man annehmen, daß die Eier die normale Größe besitzen müssen.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß die Arbeiter der brasilianischen Hummeln dieselben Instinkte haben; weist der Eierbefund doch darauf hin. Des weiteren wäre erst vor allen Schlußfolgerungen festzustellen, ob die Geschlechtsorgane eine Kopulation ermöglichen oder nicht. Die Enge der Vagina bei der Arbeitsbiene schließt z. B. eine erfolgreiche Begattung schon so wie so aus, während diese Verhältnisse bei den Hilfsweibchen der hiesigen *Bombus*-, *Vespa*- (Leuckart 1858) und *Polistes*-Arten (v. Siebold 1871) nicht von denen der Königinnen abweichen.

Es ist ferner Nachdruck darauf zu legen, daß die Hummeln gar nicht in die direkte Vorfahrenreihe der *Apis mellifica* zu stellen sind, von den *Vespidae* ganz zu schweigen. Ich habe mich ausdrücklich

in meiner Stammesgeschichte gegen eine derartige Annahme verwahrt (s. auch S. 61 u. 64). Wir können daher, so glaube ich, sehr wohl daran zweifeln, ob derartige höher differenzierte biologische Ausgestaltungen brasilianischer Hymenopterenstaaten, so wertvoll sie für die allgemeine Betrachtung sind, höhere Geltung für die primitiven *Apis*-Vorfahren haben, als die paläarktischen, die, wenn alle Angaben von H. und R. v. Ihering richtig sind, sich noch zweifellos auf einer primitiveren Stufe befinden, als die neotropischen. Es sprechen auch noch gleich zu erwähnende Gründe hierfür. R. v. Ihering meint ferner, die Hummeln müßten auch in Europa früher polygyn gewesen sein, was meiner Ansicht nach aber für das Staatenproblem — wie oben ausgeführt — kaum etwas zu beweisen scheint. Eine Begründung hierfür findet R. v. Ihering in einer nicht näher angegebenen Theorie H. v. Iherings über die geographische Verbreitung der Hummeln. Diese Theorie erfordert, daß Hummeln nicht in „Australien, auf den Sunda-Inseln, Madagaskar" usw. vorkommen. Diese Angabe will aber in der vorliegenden Fassung nicht sonderlich beweiskräftig erscheinen, da ich auf den Sunda-Inseln Java und Sumatra Hummeln gefangen habe. Daß Hummeln dort leben, ist eine seit langem bekannte Tatsache (Lepeletier de Saint Fargeau 1836, Smith 1852, Handlirsch 1888, Friese 1904, 1914) und hat daher wohl etwas anderes gesagt werden sollen, da wir sie von Borneo und Celebes bisher nicht kennen. Doch dieses nur nebenbei.

Die sozialen paläarktischen Hymenopterenformen primitiver als die neotropischen. Soviel ich weiß, habe ich erstmalig — in meiner Stammesgeschichte — in besonderer Weise darauf hingewiesen, daß die Geburtsstätte der Staatenbildung wohl nur in sehr günstigem Klima vor sich gegangen sein dürfte. Weiteres darüber gab ich dann in meinen Ausführungen über die Urheimat der Biene (1906), die im 1. Kapitel dieser Schrift in der Hauptsache reproduziert wurden. Ich glaubte, den Aufstieg im tropischen bzw. subtropischen Klima der älteren Tertiärzeit Mitteleuropas finden zu müssen usw.

Diejenigen Formen nun, die über Euramerika (S. 15) oder sonstwie nach Südamerika einwanderten und mehr oder minder ständig in tropischen bzw. subtropischen Gegenden blieben, sollten diese nun in ihrer Entwicklung trotz der günstigen Bedingungen stehen geblieben sein, obgleich gerade das zur Entwicklung günstige Klima ständige Entwicklungsreize bot? Schwerlich!

Andererseits ist in Betracht zu ziehen, daß gerade dort, wo die besonders günstigen Entwicklungsreize aufhörten, wie hier in Europa,

primitive Züge gewahrt bleiben mußten, und nur solche biologischen Veränderungen oder Rückschläge eintraten, die speziell ein Hinüberretten der Kolonien von einer günstigen Zeit zur anderen — also durch den Winter — bewirkten.

Es scheint nun, daß besonders das tropische bzw. subtropische Klima Südamerikas ein besonders günstiges Feld zur Weiterentwicklung geboten hat, wie das aus meinen vorstehenden Erörterungen wohl ersichtlich sein dürfte. Ich erinnere nur nochmals an die offenbar primitiveren Hilfsweibchen der hiesigen Wespen- und Hummelstaaten, während diese drüben offenbar schon, nach den Iheringschen Angaben, die Weiterentwicklung zu typischen Arbeiterinnen gemacht haben usw. Ein weiterer Beweis hierfür liegt vielleicht auch in folgender, oben schon angegebenen Tatsache. Während die Trigonen in den Tropen der Alten Welt (s. S. 63) anscheinend ausschließlich den sehr primitiven traubenförmigen Zellenbau beibehalten haben, sind sie in der neotropischen Region zu regelrechtem Wabenbau und sogar zu besonderen Weiselzellen fortgeschritten!

Die zuerst bestechende Angabe, daß wir die neotropischen Formen zum „Ausgangspunkt“ bei der Erörterung des Ursprungs der Staatenbildung nehmen müßten, erweist sich meines Erachtens bei näherer Betrachtung als nicht begründet, wir haben im Gegenteil in erster Linie die paläarktischen Formen zu befragen. Ich wies bereits in meiner Stammesgeschichte (1903) auf die fortschrittshindernde oder richtiger anscheinend zu früheren Daseinsformen zurückführende Wirkung ungünstiger klimatischer Bedingungen hin, indem ich die Tatsache heranzog, daß im arktischen Gebiet einzelne Hummelarten anscheinend wieder zur solitären Lebensweise zurückkehren (s. a. S. 60).

Weiteres über den Schwärminstinkt. Es ist mir nun nicht zweifelhaft, daß z. B. das Fortfliegen der jungen befruchteten Hummelköniginnen im Sommer und Herbst vom Mutternest bei den paläarktischen Formen auch im wesentlichen nur ein alter Instinkt aus der Solitärzeit ist, wie wir ihn, wie vorhin erwähnt, auch heute noch bei den Solitären sehen. Es ist auch schwer auszudenken, daß dieser Instinkt ganz neu herausgebildet sein sollte. Es liegt nahe, hier an das „Schwärmen“ der Hummeln in Brasilien zu denken und in dem Nestabsondern noch einen Überrest jenes Schwärminstinktes zu sehen, von dessen Vorhandensein wir uns aber noch nicht mit der nötigen Gewißheit haben überzeugen können. Existieren aber wirklich sogenannte Schwärme bei den Hummeln, so taucht hier

wieder die Frage auf, wie entstand jener Schwärminstinkt? Wir müssen auch diesen letzten Endes wieder auf denselben uralten Nestabsonderungstrieb der Solitären zurückführen. Vernünftige Überlegungen, die ein Fortziehen aus diesen und jenen Gründen als vorteilhaft oder notwendig erscheinen lassen, gibt es da unten im Tierreich nicht. Hungert z. B. ein Volk, so zieht es instinktmäßig fort (s. a. S. 77, 224). Wir haben also auch bei den hiesigen Formen im Grunde dieselbe Instinktserscheinung, nur noch mehr an die Solitärform anklingend.

Die Angabe R. v. Iherings (1903 a), die Hummelschwärme träten in Europa um deswillen nicht in die Erscheinung, weil, wenn das Volk stark geworden sei und die Geschlechtstiere erschienen, der „Einbruch des Winters der Entsendung von Schwärmen und der Anlage neuer Kolonien ein Ziel" setze, dürfte kaum stichhaltig sein, da z. B. die jungen Geschlechtstiere bei *Bombus pratorum* bereits Ende Juni oder im Juli vorhanden sind, es stünde daher dem Schwärmen usw. nichts im Wege. Sie erfolgen aber nicht, weil der Instinkt dazu gar nicht vorhanden ist und nicht erforderlich erscheint, da das Weibchen mit allen Fähigkeiten ausgerüstet ist, eine neue Kolonie allein zu begründen. Diese Ausrüstung weist darauf hin, daß sie eines Schwarmes nicht notwendig bedarf. Es ist daher zweifelhaft, ob die europäischen Hummeln das eigentliche Schwärmen jemals ausgeübt haben.

Die Hoffnung H. und R. v. Iherings, bei den solitären Bienen *Xylocopa* und *Euglossa* weitere Übergänge zur Staatenbildung zu finden, halte ich aus den oben erörterten Gründen (vgl. a. Ducke 1905) für nicht sehr aussichtsvoll. Dagegen scheinen bei gewissen südamerikanischen *Polistes*-Arten noch solitäre Zustände zu herrschen. W. A. Schulz (1905) hat meines Wissens das Verdienst, hierauf erstmalig aufmerksam gemacht zu haben. Eine weitere Erforschung dieser Verhältnisse wäre daher sehr dankenswert.

Ist die Monogynie eine Folge des Klimas? Hierüber äußert sich R. v. Ihering (1903 a) wie folgt: „Wo sie", nämlich die Monogynie der Staaten, „bei Wespen und Hummeln existiert, ist sie eine Folge der Unterbrechung des Lebens der Kolonie durch den Winter", ... „sie fällt daher auch hinweg bei den tropischen Vertretern dieser Familien." Über die Hummeln habe ich oben schon das Nötige gesagt, bezüglich der Wespen entspricht diese Angabe nicht den Tatsachen. Ducke (1905) berichtet bezüglich der monogynen sozialen Wespengattung *Polistes*: „Im feuchten Äquatorialklima von Pará existiert keinerlei bestimmte Jahreszeit, in der die

Gründung und Auflösung der Staaten dieser Wespen stattfinden würde, man findet diese Tiere hier das ganze Jahr hindurch in gleicher Häufigkeit“, ... „während aber in unserem hiesigen Klima die befruchteten Weibchen sogleich an die Gründung neuer Nester schreiten, verbringen dieselben in solchen Klimaten, die eine ungünstige (kalte oder dürre) Jahreszeit besitzen, die letztere im Zustande der Erstarrung.“ Trotzdem hier also von keinem Winter eine Rede sein kann, sehen wir einen dauernd monogynen Zustand. Wir dürfen daher die Vermutung hegen, daß der monogyne Zustand nicht durch klimatische Verhältnisse bedingt ist. Es gibt aber, wie erwähnt, neben *Polistes* noch andere neotropische monogyne soziale Wespen. Alle diese gründen nach Ducke (1910) ein neues Nest nur allein durch eine befruchtete Königin. Einmal befruchtet, verlassen sie das Mutternest und errichten sich ein eigenes Heim ohne Anhang, also genau wie unsere *Vespinae* im kalten Klima. Anzunehmen, daß *Polistes* erst „spättertiär“ nach Südamerika eingewandert sei, wie H. v. Ihering (1903) angibt, will wenig befriedigen, weil es schließlich doch nur eine unsichere Annahme ist und nicht aus dem Problem heraushilft, da auch seit dem Spättertiär viele Zehntausende von Jahren verstrichen sind, die keinen Entwicklungsstillstand bedeuten.

Auch die Monogynie der *Apis*-Arten zeigt sich gänzlich unabhängig vom Klima, wir finden ihre monogynen Staaten in Sibirien und in warmen Ländern, und ich konnte unlängst feststellen, daß auch die tropischen Arten, was bislang nicht in irgendwie eingehender Art konstatiert wurde, z. B. die *Apis dorsata* und die *Apis florea*, ebenfalls monogyn sind, wie auch die *Apis indica*, von der es schon mit genügender Sicherheit bekannt war. Über diese Monogynie gleich ein weiteres.

Präformation oder Epigenese? Als im Anfang der 90er Jahre jene interessante Kontroverse zwischen Weismann (1893, 1894 usw.) und Herbert Spencer (1893/94 usw.), Oscar Hertwig (1894), Emery (1894, 1896) usw. über die Keimplasmatheorie und über den Polymorphismus der Geschlechter bei den staatenbildenden Insekten geführt wurde, da war es ein Hauptargument der drei letzterwähnten Forscher gegen Weismann, daß „unter verschiedenen äußeren Einflüssen sich dieselbe Anlage zu verschiedenen Endprodukten entwickeln könne“, und Emery und Spencer „suchen den Nachweis zu führen, daß die Verschiedenheiten der Individuen eines Bienen-, Ameisen- oder Termitenstaates lediglich hervorgerufen werden durch äußere Einflüsse, welchen die Eier in bezug

auf Wohnung und Nahrung während ihrer Entwicklung ausgesetzt werden" (O. Hertwig 1894, S. 124 f.).

Vererbung durch die Königin. Diese Argumente vermochte Weismann dann unter manchem anderen durch den Hinweis zu widerlegen, daß diese Veränderungen nicht auf einer direkten Bewirkung durch Fütterung usw. der unbegattet bleibenden Weibchen bzw. Arbeiterinnen entstanden sein könnten, sondern in einer Veränderung des Keimplasmas der Königin beruhen müßten, da wir wenigstens in einigen Fällen bestimmt wissen, daß die Arbeiterinnen normalerweise steril sind (*Apis mellifica*), ihre Eigenschaften also nicht vererben, oder nicht mehr vererben können wie die Arbeiter der Rasenameise, *Tetramorium caespitum*, die überhaupt keine Eiröhren mehr besitzen. Diese Veränderungen beruhen demnach nicht auf ontogenetischen Prozessen — also auf Einwirkungen im individuellen Leben, in der individuellen Entwicklung —, sondern auf phylogenetischen Prozessen, die im Laufe der langen Stammesgeschichte der betreffenden Gattung oder Art zur Einwirkung kamen. Im Keimplasma der Bienenkönigin müssen also außer männlichen und weiblichen Iden (Anlagen) auch Arbeiteriden vorhanden sein. Da die Männchen (Drohnen) aus unbefruchteten Eiern entstehen, hier also die Nichtbefruchtung über das Geschlecht entscheidet (Butt.-Reep. 1904), müssen im befruchteten Bienenei sowohl — je nach den verschiedenen Umständen — die Königiniden oder die Arbeiteriniden zur Entfaltung kommen können. Die Auffassung Demolls (1908), daß die Annahme von drei Keimesanlagen im Bienenei nicht erforderlich erscheint, glaube ich ausführlich (1911) widerlegt zu haben.

Die Instinktsverluste der Königin. Die Ansicht Weismanns (1902), daß die Arbeiter im Gegensatz zur Königin die meisten Instinktsveränderungen zeigen und sich daher bei ihnen eine Abänderung vieler ihrer Determinanten (Teile der Iden, Träger der Vererbung) vollzogen hätten, ist nicht richtig. Wir sehen im Gegenteil, wie schon mehrfach betont, die weitaus meisten Instinktsveränderungen bei der Königin, wie ich das (1903, 1911) nachwies. Im Weismannschen Sinne müßte daher etwa folgende Formulierung Platz greifen: Bei den Bienen finden wir außer den Männchen stark einseitige fast aller weiblichen Instinkte verlustig gegangene Weibchen (Königinnen), die nur noch die Eiablage besorgen, und ferner Arbeiterinnen, die alle weiblichen Instinkte bewahrten und nur die Begattungsfähigkeit einbüßten unter Hinzugewinnung einiger neuen Instinkte. Aus stammesgeschichtlichen Gründen müssen wir annehmen, daß beide Formen einem echt weiblichen Determinanten-

komplex entsprungen sind, der aber für den Bestand der Art vorteilhafte Abänderungen vieler seiner Determinanten einging und sich zu Königiniden und zu Arbeiteriniden umgestaltete, so daß wir jetzt drei Keimesanlagen annehmen müssen.

Im Keimplasma der Königin sind also seit alters her alle die Instinktsanlagen bewahrt geblieben, die bei ihr selbst nicht mehr in die Erscheinung treten, sondern nur noch bei den sterilen Arbeiterinnen, in denen sich alle Volksinstinkte verkörpern. Mit Notwendigkeit entspringt aus dieser Sachlage der Schluß, daß die Vererbung der Volkseigenschaften, also die Auslese im Kampf ums Dasein, sich nur durch die Königin vollzieht, wie das Weismann seit jeher betonte, zumal die Drohnen aus unbefruchteten Eiern entstehen, also ganz aus selbsteigenem Keimmaterial der Königin, wenn ich mich so ausdrücken darf.

Ist die Monogynie bei *Apis* ein Ausleseprozeß? Weismann hält nun den monogynen Zustand im *Apis*-Staat für einen Ausleseprozeß, da mehrere Königinnen gemischte Qualitäten, gute und minder gute bei den Arbeiterinnen bewirken mußten, die Reduzierung der Stockmutter auf eine demnach insofern einen Vorteil bedeutete, als ein Volk mit einer guten Mutter, also mit gleichmäßig guten Arbeiterinnen einem anderen mit mehreren Königinnen verschiedener Qualität und demgemäßer Vererbung überlegen war. Weismann geht dabei von der stillschweigenden Voraussetzung aus, daß der Bienenstaat früher polygyn gewesen sei. Eine Begründung hierfür gibt er nicht. Es ist aber sehr wohl möglich, daß die *Apis*-Vorfahren seit jeher monogyn waren. Es liegt nicht die geringste Schwierigkeit in dieser Annahme, wie das schon oben ausgeführt wurde, während mir die Auslesebedingungen zur nachträglichen Monogynie stets äußerst problematisch erschienen sind (1903), zumal wenn man an die Zustände der Sippenpolygynie denkt, (die man aber, wie mir scheint, bisher mit der reinen Polygynie verwechselte bzw. zusammenwarf), bei der die zweite bzw. dritte und weitere Nebenkönigin als Kinder der Stockmutter immerhin ein Wesentliches der gleichen Erbmasse besitzen. Es ist mir stets wenig einleuchtend gewesen, daß der monogyne Instinkt des Weibchens — also die Nichtduldung einer zweiten Stockmutter neben sich — aus einem früher normal polygynen Zustand! hervorgegangen sein soll. Wenn man annimmt, daß sich der monogyne Zustand im Kampf ums Dasein besser bewährt habe, also durch Auslese entstanden sei, so muß man entweder vom Beginn an monogyne Völker neben polygynen als vorhanden voraussetzen, zwischen denen die

Auslese entstehen soll bzw. in Wirksamkeit ist, oder aber man muß schon die Annahme machen, daß ein Rückschlag zum alten Solitärinstinkt durch Keimesvariation auftauchte, also der monogyne und nun allmählich der herrschende wurde. Hier liegen aber, wie gesagt, für mich große Schwierigkeiten, denn der Instinkt des Weibchens, keine Nebenbuhlerinnen zu dulden, dürfte allein nicht genügt haben, einen Vorteil im Lebenskampfe zu erringen, er wird im Gegenteil im Vergleich zu polygynen Artgenossen Nachteile gebracht haben. Man denke sich ein monogynes Volk, sich abgliedernd von polygynen Genossen deren Weibchen, wie es in der Natur der Sache liegt, nicht sehr langlebig waren, da sie es nicht zu sein brauchten. Es war stets Ersatz da. Sowie aber die Existenz des Volkes mehr oder minder an einem Weibchen hing, mußte zugleich eine größere Langlebigkeit einsetzen, sonst waren die Nachteile größer als die Vorteile, oder es waren jedenfalls keine besseren Daseinswerte dadurch geschaffen. Dieses Doppelte allein beim Weibchen macht diese Veränderung zu einer recht komplizierten. Nun kommt aber noch hinzu, daß die Hilfsweibchen oder Arbeiterinnen diesen gleichen Instinkt aber mit noch ganz anderen Komponenten erben mußten. Während sich der monogyne Instinkt bei der Koloniemutter in der Hauptsache in der Form zeigt, daß sie eine zweite Mutter nicht im Stock duldet, mußten die unbegattet bleibenden Weibchen, neben dem Instinkt, nur diese eine Königin im Stock zu dulden, was schon auf anderen Bahnen läuft, überdies noch alle die Instinkte hinzugewinnen, die mit der Aufzucht und Pflege nur einer jeweils einzigen Stockmutter in Zusammenhang stehen. Dabei konnten sie diese Eigenschaften nicht einmal vererben, sondern alle Instinktsveränderungen mußten zugleich zuvor im Keimplasma der Königin! als neue Determinanten entstehen, und bevor alle diese Neuerwerbungen harmonisch zusammenklangen, war ein Vorteil gegenüber den polygynen kaum denkbar. Das ergibt eine solche Fülle von fast gleichzeitigen Modifikationskomplexen und Neuerwerbungen, daß mir diese Hypothese nicht annehmbar erscheint. Auf der ruhigen gesicherten Basis einer vom Beginn an monogynen Koloniebildung konnten sich jedoch alle die Instinkte, wie wir sie heute z. B. im *Apis mellifica*-Staate sehen, allmählich im Laufe sehr langer Zeiträume als Ausleseprodukte unter nur monogynen Daseinskonkurrenten ausbilden. — Über die Staatenbildung im Sinne Wladimir Wagners und das Schwärmen der Hummeln zu Fuß s. Anm. 3, S. 254.

Sechstes Kapitel.

Wabenbau und Wohnungen der Honigbiene.

Nachdem wir uns über den Werdegang des Bienenstaates und über die Verbreitung der verschiedenen *Apis*-Arten und Varietäten orientierten, müssen wir, bevor wir uns der näheren Biologie zuwenden, einen Blick auf die mehr äußerlichen Verhältnisse des, wenn ich so sagen darf, modernen Bienenstaates werfen, dessen Leben und Treiben sich dem heutigen Forscher fast nur noch in künstlich geschaffenen Wohnungen zur Untersuchung darbietet und deren Einrichtung daher zu kennen notwendig erscheint.

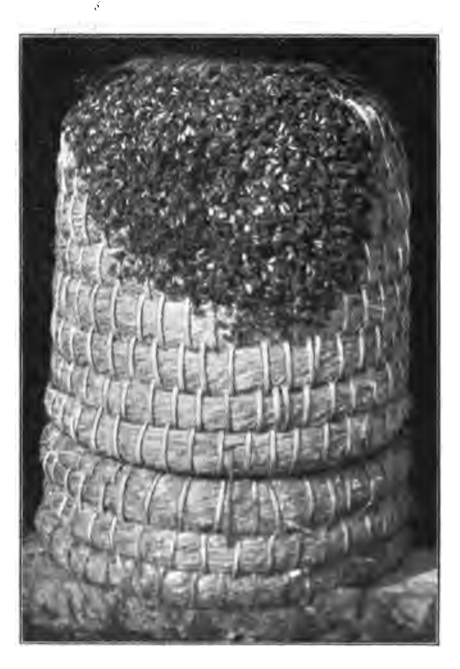


Fig. 17. (Original.) Lüneburger Stülpkorb mit stark vorlagernden Bienen.

Es wird hier nichts von dem erwähnt, was mehr oder minder in das Bienenwirtschaftliche fällt, also z. B. die Fülle der verschiedenen Arten der Wohnungen, die zur Bewirtschaftung der Völker geeigneten Gerätschaften usw. Jedes gute Lehrbuch der Bienenzucht gibt darüber eingehende Auskunft. Es wird hier nur das diesem Gebiet Zukommende herangezogen werden, was zur Klarstellung der biologischen Verhältnisse erforderlich ist und einiges bisher unrichtig Dargestellte.

Stabilbau und Mobilbau. In der Wohnungseinrichtung zeigen sich zwei grundverschiedene Systeme, die hier kurz besprochen sein mögen: Zuerst wenden wir uns dem bekannten Strohkorb zu (Fig. 17). Die Bienen bauen darin ihre Waben in gleichmäßigem Abstand und befestigen sie an den Wänden. Zur weiteren Befestigung dienen quer

zu der Wabenrichtung hindurchgesteckte Holzstäbe (sogenannte Speile) (Fig. 18). Die Waben sind also fest (stabil) mit der Wohnung verbunden.

Dreht man einen solchen Korb herum, so sieht man auf die unteren Wabenenden (Fig. 18 u. 19). Über das Besondere der Abbildung (Fig. 18) wird später noch zu reden sein (s. S. 117).



Fig. 18. (Original.) Blick in einen umgedrehten Bienenkorb. Quer zu den Waben sind zwei „Speilen“ sichtbar. Auf den Waben zahlreiche Weiselnäpfchen.

Die Korbbienenzucht bildet das Fundament der Volksbienenzucht nur noch in wenigen Gegenden, wie z. B. in der Provinz Hannover, im Großherzogtum Oldenburg und in den Niederlanden. Dort sieht man noch jene großen Heidebienenstände, deren einer sich in der Fig. 19 präsentiert, die aber bald mit dem Schwinden der Heide auch verschwunden sein werden, denn nur dort, wo sich noch weite

Heiden dehnen, hat der Stabilbau eine Existenzberechtigung. Diese Existenzberechtigung gründet sich u. a. darauf, daß sich der Heidehonig nicht oder nur unter besonderen Bedingungen schleudern (zentrifugieren) läßt, weil er stark dextrinhaltig ist und daher zu fest in den Wabenzellen haftet.

Der Hauptvorteil der Kastenbienenzucht beruht dagegen auf dem Beweglichsein einer jeden Wabe, das sich sehr bequem in rechteckigen Holzwohnungen (Beuten) erzielen läßt. Auf Fig. 20 sehen wir acht Beuten dicht nebeneinander in einem gemeinsamen Schutz-



Fig. 19. (Original.)
Heidebienenstand des Großimkers Huntemann bei Oldenburg i. Gr.

schranke, auf dessen — dem Beschauer abgewandten — Vorderseite sich die Fluglöcher öffnen. Eine solche Beute besteht aus dem unteren Brutraum und dem oberen durch einen Zwischenschied getrennten Honigraum. Die Bienen haben nämlich die biologisch außerordentlich wichtige Gewohnheit, den Honig stets nach oben zu tragen. Diese Anordnung zeigt sich auf jeder einzelnen Wabe. Auf der Abbildung (Fig. 21) haben wir oben den Honig in den mit Wachsdeckeln versehenen Zellen „H", darunter die bedeckelte Brut „B_1" Von der anormalen Beschaffenheit dieser Wabe mit der zweiten

kleinen darauf gebauten Wabe „B_2“ nebst Weiselzellen „*W*“ wird gleich noch zu reden sein. Im Winter haben die Bienen den



Fig. 20. Kastenbienenzucht. Nach Photographie.

Honig infolgedessen stets über sich, demgemäß dort, wo es am wärmsten ist. Bei Nahrungsbedürfnis ist der Honig gefahrlos zu erreichen, während die sich seitwärts oder nach unten von dem bei

Winterkälte eng zusammengezogenen Klumpen ablösenden Bienen meistens durch schnelles Erstarren dem Untergang geweiht sind.

Sind nun zur Zeit größter Entwicklung des Volkes sämtliche Waben des Brutraumes mit Brut besetzt, so wird der Honigraum durch teilweise oder ganze Entfernung des Zwischenschiedes geöffnet. Die Bienen beginnen alsdann im Honigraum Waben zu bauen bzw. hineingehängte leere Waben zu füllen, und da die Königin durch geeignete Vorkehrungen vom Betreten des Honigraumes abgehalten wird, z. B. durch ein sogenanntes Absperrgitter, dessen Zwischenräume nur den kleineren Arbeitsbienen gestatten, hindurchzukriechen, so bleiben alle Zellen der Waben für die Honigablagerung frei. Auf der



Fig. 21. Ausgebautes Rähmchen.

H mit Honig gefüllte bedeckelte Zellen; B_1 und B_2 bedeckelte Arbeiterbrutzellen; *W* Weiselzellen. Unten links und am Rande die etwas größeren Drohnenzellen.

Fig. 20 sehen wir die Honigräume der einzelnen Kästen noch leer, da die Photographie zeitig im Frühjahr aufgenommen wurde.

Die Mobilisierung der Waben wird nun in folgender Weise erreicht. In Holzrähmchen, die aus 25 mm breiten Brettchen zusammengesetzt oder genagelt werden, wird genau in der Längsmitte des Oberteiles ein Wachsstreifen aufgegossen oder ein Stückchen Wabe angeklebt. Die Bienen richten sich nach diesem Leitwachs und bauen die Rähmchen aus. Zwei solcher leeren Rähmchen sehen wir auf der Fig. 20 an dem Wabenbock lehnen, in den gerade eine völlig ausgebaute, stark mit Bienen belagerte Rähmchenbrutwabe hineingehängt werden soll. Der Abstand der Rähmchen voneinander im

Stock ist genau geregelt, damit die Bienen nicht zwischen die hintereinander in den Kasten eingeschobenen, durch eingeschlagene Abstandsstifte oder sonstige Vorkehrungen in der richtigen Entfernung gehaltenen Rähmchen andere Waben (Wirrbau) aufführen, bzw. damit die Wabengasse nicht zu eng wird. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei ganz ungehindertem Bauen die Entfernung von einer Wabenmitte zur anderen normalerweiser stets ca. 35 mm beträgt. Die biologische Notwendigkeit bzw. Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung wird im nächsten Kapitel behandelt.

Wird nun durch eine Nachlässigkeit des Züchters eine Rähmchenwabe nicht in die richtige Entfernung zur anderen gebracht, so entstehen Zwischenwaben, wie wir eine auf der Fig. 21 (B_2) sehen. Der Zwischenraum war zu weit und bei reicher Tracht füllen die Bienen die Lücke in dieser oder anderer Weise aus. Gerne werden dann solche genügend Platz gewährenden Stellen auch zur Anlegung der lang herabhängenden Weiselzellen benutzt. Auch befinden sich zwei Weiselnäpfchen an dieser Zwischenwabe.

Die Erfindung der beweglichen Wabe. Erst mit der Erfindung der beweglichen Wabe war die Möglichkeit gegeben, dem Staatsgetriebe der Honigbiene mit Erfolg näher zu kommen. Dieser für die wissenschaftliche Bienenkunde daher so hochbedeutsame Fortschritt knüpft sich gewöhnlich an die Namen Dzierzon und v. Berlepsch. Im allgemeinen sind hierüber aber in der wissenschaftlichen und bienenwirtschaftlichen Literatur so unrichtige und ungenügende Angaben verbreitet, daß hier auf Grund von Quellenstudien (vgl. Butt.-Reep. 1910) eine Übersicht der tatsächlichen Verhältnisse erfolgt.

Beschäftigen wir uns zuerst mit der sogenannten „Rahmenbude" François Hubers. Huber lebte von 1750 bis 1831 in der Nähe von Genf. Seine andauernden Untersuchungen, die er, da früh erblindet, mit Hilfe seines Sekretärs, eines ausgezeichneten Bienenforschers Franz Burnens ausführte, ließen ihn eine bewegliche Beute konstruieren. Fig. 22 zeigt die Rahmenbude, die sich aus dicht aneinanderschließenden, in Scharnieren beweglichen Rähmchen zusammensetzte. Ein jeder Rahmen hatte ein verschließbares Flugloch. Auf der Abbildung zeigt sich eines derselben geöffnet. Er beschrieb diese Stockform in seinen berühmten „Nouvelles observations sur les abeilles" (1792). Im Jahre 1814 erschien eine zweite Auflage dieses Werkes. Johann Riem gab bereits im Jahre 1793 eine deutsche Übersetzung, die aber anscheinend wenig Aufmerksamkeit erregte. Erst die Verdeutschung durch Pastor G. Kleine 1856 fand

weiteren Absatz, so daß (1867) eine zweite Auflage nötig wurde. Das „Handbuch" von J. E. Werner (1795) ist im wesentlichen nur eine Darlegung des Huberschen Betriebes, desgleichen lehnt sich Féburier (1810) an Huber an. Beide geben gewisse Modifikationen.

Eine Verbesserung der „Rahmenbude" wurde ferner von v. Morlot, einem Schweizer, angestrebt. Er ließ die Rahmen, die durch Haken miteinander verbunden wurden, unten offen (Vitzthum 1840). Eine ähnliche Veränderung vollführte Ant. Semlitsch (1841), indem er die damals sehr gebräuchlichen Christschen Magazinkästen (niedrige, viereckige, übereinandergestellte unten und oben offene Kästchen s. Fig. 30) nicht auf-, sondern nebeneinander stellte, sie etwas verschmälerte und unten offen ließ.



Fig. 22. Rahmenbude François Hubers.

Vor diesen und anderen Ausgestaltern der François Huberschen Idee soll nach Wilhelm Vogel (1889) schon im Jahre 1812 der Russe P. J. Prokopovitch zur Konstruktion eines eigentlichen Rähmchens übergegangen sein. Unrichtig ist die Annahme Vogels, daß Prokopovitch sich bei der Konstruktion dieses Rähmchens nicht an frühere Meister angelehnt habe, denn in Vitzthums Monatsblatt für die gesamte Bienenzucht (1842, Nr. 12, S. 272) findet sich die folgende Angabe: „Bei der Zusammensetzung dieser Vorrichtung hatte er (Prokopovitch) als Muster den bekannten Blattbienenstock von Huber (Rahmenbude, Ruche à Feuillets) vor sich...."

Die Erfindungen des russischen Bienenmeisters wurden der deutschen Lesewelt durch Pokorsky-Juravko (1841) zugänglich gemacht, dessen kleine Schrift in dem Vitzthumschen Blatte 1842 besprochen wurde. Die diesem Referat zugehörigen Zeichnungen erschienen im folgenden Jahrgang.

Von diesen Abbildungen sei in Fig. 23 das am meisten Interessierende gegeben.

Hier sehen wir Rähmchen, die denen des Baron v. Berlepsch, von denen nachstehend die Rede sein wird, schon sehr gleichen. Ein Übelstand war aber u. a. noch vorhanden, nämlich die durch den engen Zusammenschluß der Rähmchenober- und -unterteile usw. sich ergebenden Verkittungsflächen, da die Bienen die Gewohnheit haben, alle Fugen mit Propolis (Kittharz) zu verschließen.

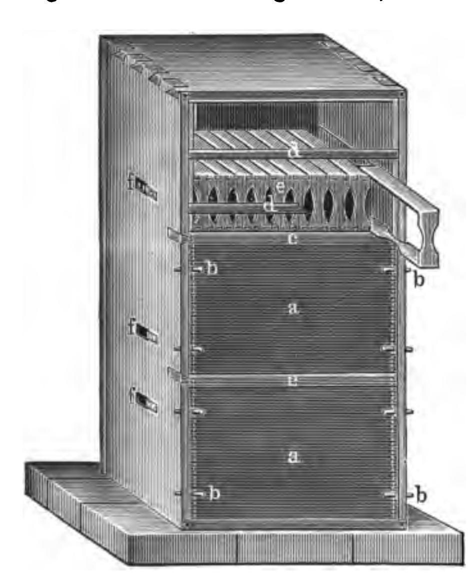


Fig. 23.
Bienenstock von P. J. Prokopovitch.
Die Rähmchen *e* wurden nur im obersten Fach verwendet, in den beiden unteren Abteilungen *a a* war Wirrbau. *f* die Fluglöcher.

Dieser Übelstand wurde durch einen Ungarn Szarka beseitigt. Wie aus Fig. 24 ersichtlich, ist dieses Rähmchen von den Berlepschschen Rähmchen der ersten Zeit (s. Fig. 28) im wesentlichen nicht mehr zu unterscheiden. An dem vorn sichtbaren Knopf wurde das Rähmchen beim Hineinschieben in den Blätterstock und beim Herausholen angefaßt. Sein Werk erschien 1844 in Klausenburg in ungarischer Sprache unter dem Titel „Die schmackhafte Bienenzucht“. Ob er selbst der Erfinder, erscheint fraglich, da er schreibt (S. 2): „Die Stöcke mit beweglichen Waben sind in Siebenbürgen allgemein bekannt; namentlich Samuel Szabó v. Kraszne, wie auch Balthasar v. Lugossy besaßen eine schöne Bienenzucht mit lauter Rähmchenstöcken“ (Söter 1892).

Diese bisher besprochenen Erfindungen gingen der Allgemeinheit verloren, da sie sich nicht durchzusetzen vermochten und nur sehr kleinen Kreisen bekannt waren und blieben.

Im Jahre 1845 veröffentlichte dann aber Dzierzon in der „Bienen-Zeitung“, erstmalig in der Nr. 11, S. 111 (irrtümliche Angaben hierüber finden sich z. B. v. Berlepsch 1873, S. 346, Kleine 1867, S. 251 usw.), eine kurze Notiz über seine sogenannten „Stäbchen“. Er sagt, bei Besprechung „unteilbarer Kästen“, daß sie Bienenwohnungen seien, „welche zur Bequemlichkeit nichts zu wünschen

übrig lassen, wenn man außerdem die (wenn auch nicht gerade notwendige) Einrichtung trifft, daß die Waben jede einzeln an Stäbchen hängen, welche wiederum auf zwei an den Seitenwänden oben angebrachten Leisten ruhen". Interessant ist hier die damalige Ansicht Dzierzons, daß die Stäbchen bzw. Brettchen keine notwendige Einrichtung seien. Es klingt fast, als sei sich Dzierzon damals der außerordentlichen Bedeutung dieser Einrichtung noch nicht bewußt gewesen.

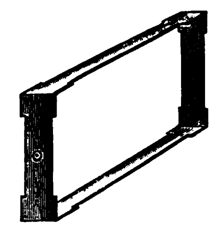


Fig. 24.
Rähmchen von Szarka.

Kurz darauf (1847) gibt Dzierzon dann eine weitere Beschreibung seiner Bienenwohnung mit recht mäßigen Abbildungen, bei denen die Stäbcheneinrichtung auffallenderweise nicht mit dargestellt wurde. Im Text wird dagegen auf die „außerordentlichen Vorteile" der Beweglichkeit der einzelnen Waben an den Stäbchen hingewiesen. 1848 erscheint die erste Schrift Dzierzons über seine Bienenzucht mit ausführlichen Angaben.



Fig. 25.

Ein solches Stäbchen zeigt sich uns in der Fig. 25 mit einem daran befindlichen Wabenanfang.



Fig. 26.

Anfänglich regulierte Dzierzon den Abstand zwischen den Stäbchen dem Gefühl nach mit den Fingern, dann aber schlug er Abstandsstifte ein (Fig. 26), bis schließlich v. Berlepsch Abstandsohren (Fig. 27) hinzufügte.

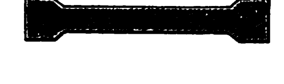
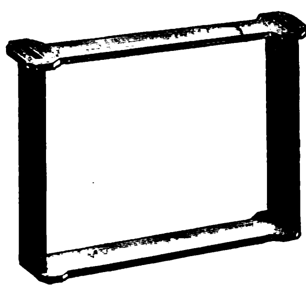


Fig. 27.

Das Arbeiten mit diesen Stäbchen, die auf Leisten gelegt und später in Nuten hineingeschoben wurden, war aber recht störend, da die Bienen die Waben seitwärts und unten an die Stockwände anbauten. Löste man sie dort mit einem Messer, so floß der Honig und leicht brachen auch die Waben von den Stäbchen ab.

In dem bereits angezogenen Artikel von Vogel heißt es: „Man verschone uns aber mit der Behauptung, v. Berlepsch sei Nachahmer eines schon vorhandenen und ihm bekannten Rähmchens gewesen." Berlepsch sagt selbst: „Durch Nachdenken erfand ich die Rähmchen (v. Berlepsch 1873). Das Berlepschrähmchen ist und bleibt ein deutsches Rähmchen." Dem widersprechen nun aber die eigenen Äußerungen v. Berlepschs.

In den berühmt gewordenen „Apistischen Briefen an Herrn Pfarrer Dzierzon“ sagt v. Berlepsch (1852): „Übrigens möchte man sich vor den Kopf schlagen, daß man nicht längst selbst auf Ihre Erfindung kam. Wie nahe war Huber daran, wie nahe Prokopovitch, wie nahe ich selber! Denken Sie nur, im Jahre 1843, veranlaßt durch die Beschreibung und Abbildung des Prokopovitchschen Stockes“ (die hier reproduzierte Fig. 23) „im Vitzthumschen Monatsblatt 1842, Nr. 12, konstruierte ich einen Stock, wo jede Wabe in einem Rahmen hing und herausnehmbar war (vgl. Jahrg. 1852 der Bienen-Zeitung, Nr. 9, Beilage, Artikel: Der stehende Rahmenlüfter). Ich klebte gleichfalls Wachsanfänge an und es gelang alles vortrefflich, nur konnte ich auf keine erdenkliche Weise die einzelnen Rahmen im (dem Ihrigen ganz gleichen, mit einer Tür hinten versehenen) Kasten gehörig befestigen, sondern es war stets eine Gaukelei, wie beim Jähneschen Reifenstocke. Hätte ich die Rahmen, statt der Länge nach, der Quere nach eingeschoben, so hätte ich Ihren Stock früher als Sie selbst gehabt.“


Fig. 28. Berlepschrähmchen.

Hieraus geht also klar hervor, daß v. Berlepsch die Rähmchen seines „Vorgängers“ Prokopovitch in Beschreibung und Abbildung sehr wohl gekannt hat und sich nach ihnen richtete! Aber nicht ganz klar erscheint der letzte Satz, da der hervorgehobene Unterschied: „der Länge“ oder „der Quere“ nach sehr viel weniger von Bedeutung war als der, daß die früheren Berlepschschen der Länge nach hineingeschobenen Rähmchen offenbar standen und infolgedessen wohl von den Bienen festgekittet wurden usw., während die späteren der Quere nach hineingeschobenen Rähmchen hingen.

In der Fortsetzung dieses apistischen Briefes: „Ein Wort für meine Achtundzwanzigbeute an Herrn Pfarrer Dzierzon“ (1853) bringt v. Berlepsch seine späteren Rähmchen (Fig. 28) in direkte Beziehung zu seinen früheren (1843) von Prokopovitch beeinflußten Rähmchen. Es heißt dort: „Übrigens befinden sich in der Beute“ (vom Jahre 1853) „gar keine Stäbchen mehr, sondern lauter Rahmen, so daß die Waben von allen vier Seiten zwischen Holz hängen und deshalb unmöglich abreißen können. Diese Rahmen, welche ich schon seit 1843 in meinen Rahmenlüftern habe, sind bei weitem bequemer als bloße Stäbchen.“ Diese Rahmen in den Rahmenlüftern waren aber offenbar stehende Rahmen und keine

hängenden. Dieser sehr wichtige Unterschied erscheint auch hier nicht genügend betont.

Ferner äußert sich v. Berlepsch noch weiter zu dieser Frage in der Bienen-Zeitung 1855, Nr. 20, S. 239. Er sagt dort in einer Fußnote zu dem Artikel eines Imkers: „Ich bin weit entfernt, mir die Erfindung der Rähmchen zu vindizieren, denn schon Huber ließ im vorigen Jahrhundert in Rähmchen bauen. Der Russe Prokopovitch brachte längst Tausende, mit Honig ausgebaut, auf den Markt und ich führte 1842“ (1843 Verfasser) „die ersten in meinen Rahmenlüftern, tristen Angedenkens, ein. Es fragt sich nur, wer die Rähmchen, bzw. einen Rähmchenstock, derzeit am vollkommensten konstruiert hat.“

Übrigens war es, wie schon erwähnt, v. Berlepsch, der die Stäbchen Dzierzons vervollkommnete, sie mit Abstandsöhrchen oder Flügelchen versah, eine wesentliche Verbesserung, die fälschlich Dzierzon zugeschrieben wird (z. B. Schmid-Kleine 1865). Dzierzon war Verbesserungen gegenüber sehr halsstarrig und sträubte sich lange gegen diese Öhrchen (vgl. Bienen-Zeitung 1865, S. 174, und Berlepsch, S. XIII, 1873) als auch gegen die Rähmchen. Sehr interessant ist in dieser Hinsicht, wie ich beiläufig bemerke, daß auch Kleine, offenbar unter dem Druck der Autorität Dzierzons, die Rähmchen anfänglich verachtete, er nennt nicht einmal den „Erfinder“ des modernen Rähmchens (auch in dem eben erwähnten Werke (1865) nicht) und sagt: „Ich bin eben kein Freund der Rähmchen und mag sie nicht einmal dem Anfänger empfehlen“ (Kleine, Die Bienenzucht, 1864, S. 57). Zwei Jahre darauf hat er sich freilich bekehrt und schreibt: „Freiherr v. Berlepsch hat statt der einfachen Stäbchen Rähmchen eingeführt, und kann man nicht leugnen, daß diese Einrichtung eine ganz vortreffliche ist und die Behandlung der Stöcke außerordentlich erleichtert. Es ist eine wahre Lust, mit ihnen zu wirtschaften“ (Kleine 1867, S. 265, I. Bd.).

Was geht nun aus diesen Darlegungen hervor? Einmal, daß die Rähmchen vor den Dzierzonschen Stäbchen existierten, dann, daß speziell die Berlepschschen Rähmchen, auf denen sich in der Hauptsache der große Aufschwung des Mobilbaues in Deutschland, Österreich-Ungarn und wohl auch in der Schweiz aufbaute, nach v. Berlepsch eigenen Aussagen eine Ausgestaltung der Prokopovitchschen Rahmen sind, die wiederum auf den François Huberschen Rahmen fußen. Das Verdienst v. Berlepschs wird hierdurch natürlich nicht im geringsten geschmälert, auch nicht dadurch, daß Langstroth (s. weiterhin) schon vor ihm (1851) eine praktische

Mobilbeute erfand. Die Berlepschschen Rähmchen weisen gegenüber denen des Russen Prokopovitch usw. wichtige Verbesserungen auf, die das „eigene Nachdenken“ zur Genüge bekunden. Der springende Punkt in der Frage nach der beweglichen Wabe ist weiterhin nicht: Rähmchen oder kein Rähmchen, sondern: wie wurde das Rähmchen im Stock befestigt, oder mit anderen Worten: war die ganze Rähmcheneinrichtung in Verbindung mit der ganzen Stockeinrichtung praktisch oder nicht? Prokopovitch, Szarka und v. Berlepsch stellten ihre Rähmchen der Länge nach in den Stock und verhinderten durch diese und andere damit Hand in Hand gehenden unpraktischen Anordnungen, daß diese Mobilisierung von irgendwelcher Bedeutung für die Bienenzucht wurde. Erst Dzierzon brach mit diesem Prinzip und hing seine Stäbchen quer in den Stock, Berlepsch folgte ihm hierin später mit seinen Rahmen, so gab Dzierzon den eigentlichen Anstoß zum wirklich praktischen Mobilbau, der aber ohne v. Berlepsch nicht jene ausgedehnte Verbreitung genommen hätte, da die Stäbchen, wie schon erwähnt, auch wieder manches sehr Störende und Unbequeme hatten. Sie sind aus der Praxis seit langem völlig verschwunden.

Heutzutage gibt es verschiedene Stockformen, die ebenfalls ein Hineinschieben der Rahmen der Länge nach bedingen, aber die modernen Erfinder dieser Einrichtung, z. B. Alberti, haben die Nachteile zu vermeiden gewußt, die den primitiven Konstruktionen der obengenannten Bahnbrecher anhafteten, und so ist es jetzt für die Praxis nicht mehr von Bedeutung, ob die Rähmchen der Quere oder der Länge nach eingeschoben oder eingehängt werden, damals aber fußte, da man sich auf die Behandlung der Stöcke von hinten versteifte, auf diesem Querhineinschieben der hängenden Rähmchen der ganze Erfolg.

Ich gehe hier nicht weiter auf alle jene Erfinder ein, wie Nutt (1832), W. A. Munn (1844), Jähne (1844), Debeauvoys (1846), Silenius (1851) usw., deren „Rahmenbuden“, „Reifenstöcke“, „Lüftungsstöcke“ usw. im Verein mit den Stockformen der bereits genannten Erfinder lediglich nicht genügend praktische Veränderungen der F. Huberschen Stockformen darstellen und daher keine bleibende Wirkung ausübten.

Eine Erwähnung verdient aber in hervorragender Weise noch der amerikanische Erfinder eines praktischen Rähmchens, der Pfarrer Langstroth (1810 bis 1895), der, wie Buschbauer (1887?) mitteilt, „ohne die Erfindung Dzierzons“ (richtiger hieße es: v. Berlepschs) „zu kennen, dem amerikanischen Volke 1852 eine Bienenwohnung

gab, die, der Hauptsache nach, der des Dr. Dzierzon“ (Berlepsch) „vollkommen gleich war“. Die Erfindung selbst geschah schon im Jahre 1851. Wenn Langstroth auch das deutsche Rähmchen nicht gekannt hat, so ist er aber ebenfalls, wie alle die anderen obengenannten Erfinder von Rahmen, auf den Schultern von François Huber emporgeklettert. Wie aus der Einleitung zu seinem Werke (1853) hervorgeht, war ihm die Hubersche „Rahmenbude“ bekannt, die er auch mit einigen Veränderungen nachmachte. Selbständig ging er aber dann dazu über, in seinen sich nach oben öffnenden Bienenwohnungen hängende Rähmchen zu verwenden.

Das Langstrothsche Rähmchen war der Beginn des Mobilbaues für Amerika und zweifellos wohl auch für England und Frankreich. Noch heute finden wir in diesen Ländern und zum Teil auch in Italien usw. jene großen, breitwabigen, von oben zu behandelnden Stockformen, welche mehr oder minder nur Modifikationen des alten Langstroth-Stockes sind. Ich möchte aber nicht bezweifeln, daß auch das Berlepsch-Rähmchen zum mindesten in Frankreich und Italien auch einiges zur Verbreitung des Mobilbaues beigetragen haben dürfte.

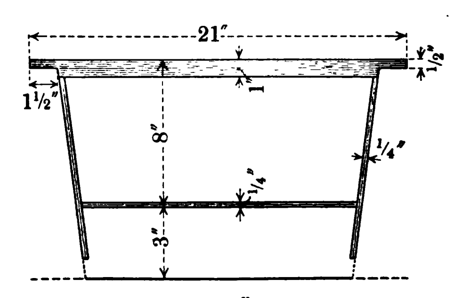


Fig. 29. Ältestes, 1683 in England erfundenes Rähmchen.
Größenangaben in engl. Zoll.

Es scheint, daß in Frankreich auch das Prokopovitchsche Rähmchen durch die Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 eingeführt wurde, da diese russischen Mobilbeuten dort vertreten waren und eingehendere Beachtung fanden (Girard, 1896).

Nach allem Ausgeführten ist also François Huber als der Begründer des Mobilbaues in allen hier erwähnten Ländern anzusehen, da sich alle Rähmchenerfinder auf ihn stützen.

Das älteste Rähmchen. Ganz außerhalb dieses Huberschen Gedankenkreises und lange vorher ist aber schon einmal der Anlauf zu einem Rähmchen gemacht worden, auf Grund der griechischen Stäbchenmethode und unter Anpassung an den sich nach unten verjüngenden griechischen Korb, wie er sich weiterhin (S. 104) abgebildet findet. Nach H. T. O. Walkers Angaben (i. l.), dem ich auch die Zeichnung (Fig. 29) verdanke, wurde dieses Rähmchen zuerst im Jahre 1683 in einem englischen Journal beschrieben. Es ist, ab-

gesehen von der sich verjüngenden Form, fast ein modernes Langstroth-Rähmchen und hatte anscheinend nur den Nachteil, daß die Seitenteile der Wandung dès Korbes unmittelbar anlagen. Das Nähere über diese interessante Auffindung wird Walker selbst veröffentlichen. Der Erfinder gibt an, daß man vermittelst dieser mobilen Rähmchen die Stöcke teilen, das Schwärmen verhindern könne usw.

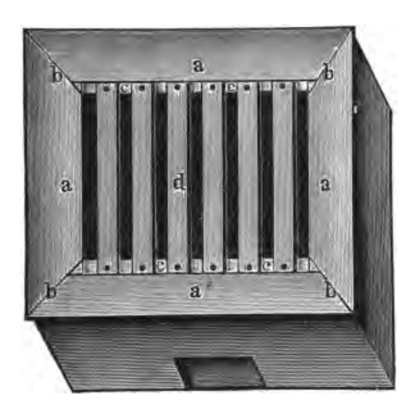


Fig. 30.
Christsches Magazinkästchen mit Stäbchenrost *d*. Nach Christ.

Ebenso merkwürdig wie diese frühe Entdeckung ist auch das völlige Vergessen dieser Betriebsvervollkommnung, die geeignet war, die Bienenzucht Europas schon so früh auf eine ganz andere Basis zu stellen und zweifellos auch der Wissenschaft schon viel früher die Wege gewiesen hätte, in die Geheimnisse des Bienenstaates einzudringen.

Es drängt sich nun die Frage auf, ob sich Dzierzon hinsichtlich seiner Stäbchen vielleicht auch an Vorbilder angelehnt hat? Erwähnt hat er hierüber meines Wissens nichts. Er imkerte damit zuerst im Christschen Magazinstock, jenen schon erwähnten kleinen, aufeinandergestellten, sehr niedrigen sogenannten Kästchen, die aber alle nur einen gemeinsamen Boden und Deckel hatten.

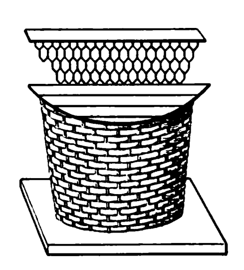


Fig. 31. Griechischer Bienenkorb nach altem Vorbild m. beweglichen Waben.

Aber diesen Kästchen war schon von alters her ein Stäbchenrost eigen, wie es der Erfinder oder richtiger Verbreiter J. L. Christ (1780) ihnen gleich mit auf den Weg gegeben (Fig. 30). Diese Stäbchen *d* waren aber festgenagelt und die Manipulation geschah nur mit dem ganzen Kästchen. Da nun aber der Erfinder bemerkt, daß die Bienen, ohne daß ihnen Leitwachs (s. S. 95) an den Stäbchen gegeben wurde, von welcher einfachen Vorkehrung Christ offenbar nichts wußte, häufig längs des Rostes bauten, also an jedem Stäbchen eine Wabe hing, so bedurfte es nur des Lösens der Stäbchen und die alte Kunst der Griechen, die solange in Deutschland unbekannt geblieben, war wieder erstanden. Von den „alten Griechen“

sind nämlich, wie schon oben erwähnt, aus Weiden geflochtene, sich nach unten etwas verengende Bienenkörbe bekannt, die um 1790 noch von den Bewohnern der Insel Kreta zur Bienenzucht benutzt wurden. Die Wabenträger (Stäbchen) bildeten bei diesen Körben zugleich die Decke; die Waben konnten an den Brettchen nach oben herausgenommen werden (Fig. 31). Della Rocca (1790) beschrieb diese griechischen Körbe nach den Angaben eines gewissen Contardi (1775) lange vor Dzierzon in seinem großen 1500 Seiten umfassenden

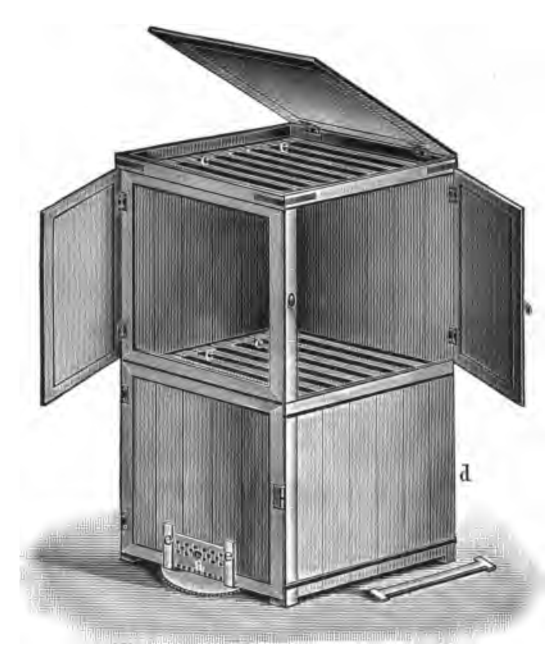


Fig. 32.
Della Roccas Mobilbeute mit Stäbchen. Vom Jahre 1790.

Werk. Ob Dzierzon dieses Werk gelesen, entzieht sich meiner Kenntnis. Es läuft hier nun aber auch eine merkwürdige Sache mit unter. In den verschiedensten deutschen Lehrbüchern der Bienenzucht findet man wohl hin und wieder den sehr primitiven griechischen Korb abgebildet, aber nicht die durch typische Dzierzonstäbchen mobilisierte Kastenwohnung Della Roccas. Diese von den Seiten und von oben (Fig. 32) zu behandelnde viereckige, 70 cm hohe Beute zeigt in jeder Etage neun Stäbchen (*c*), an denen 33 cm hohe und breite Waben hingen. An den Stäbchen finden wir bereits Abstandsöhrchen (s. das einzelne Stäbchen neben dem Kasten

unten rechts), also jene Einrichtung, die, wie vorhin ausgeführt, erst v. Berlepsch den Dzierzonschen Stäbchen hinzufügte. Vor dem Flugloch war ein Blechschieber *a* mit verschieden großen Öffnungen, die größeren Öffnungen dienten zum Durchlassen der Arbeiter und Drohnen, die kleineren zur Lüftung. Hinter den Türen und unter dem Deckel konnten Glasscheiben angebracht werden. Welch ausgezeichnete Beutenkonstruktion vor mehr als 100 Jahren!

Warum, so muß man mit einem gewissen Erstaunen fragen, ist diese vielleicht interessanteste aller früheren mobilisierten Bienenwohnungen so gut wie vollkommen, in Beschreibung und Abbildung, ignoriert worden? Ich legte diese Frage vor einiger Zeit einem Kreise älterer Imkermeister vor und erhielt, nachdem ich den Sachverhalt geschildert, zur Antwort, daß es wohl in Rücksicht auf Dzierzon geschehen sei, da diese Stäbchen den seinen offenbar so sehr glichen.

Weiterhin ist aber noch festzustellen, daß der Stäbchenbetrieb und Konstruktionen, die in sich schon die Beweglichkeit der Waben bargen, aber bei denen noch der letzte Schritt geschehen mußte, sowohl im Orient als auch in England, Frankreich und auch in Deutschland vor Dzierzon weit verbreitet waren.

Schon sehr früh gelangte die Kenntnis der vorhin erwähnten altgriechischen Methode der Mobilisierung der Waben durch Stäbchen nach England, und zwar nach den Angaben des erwähnten Colonel H. T. O. Walker bereits um 1632. In diesem Jahre findet sie sich beschrieben und abgebildet in einem Werke von George Wheler: „A journey into Greece". Die Rolle der viereckigen Christschen Magazine, die in Deutschland durch lange Jahrzehnte dominierten, spielten in England achteckige. Der „Octagon"-Stock von John Gedde (1675), dessen Werk mir unter anderem Titel vom Jahre 1721 vorliegt, erfreute sich weiter Verbreitung und findet sich auch in den Werken von Rusden (1679), Warder (1713) und Thorley (1744) besonders hervorgehoben. Zu diesem Octagon wurden nach Walker (i. l.) um das Jahr 1819 Stäbchenroste in den einzelnen Etagen (Magazinen) verwandt, die, wenn sie auch noch festgemacht oder festgeschraubt wurden, doch den Betrieb der einzelnen an den Stäbchen beweglichen Waben ermöglichten und zur Ausführung gelangen ließen. Diese Beute ist in England unter dem Namen „Stewarton-Hive" bekannt, da sie mit dieser Einrichtung durch Robert Kerr in Stewarton, einer kleinen Stadt in Ayrshire (Schottland), zuerst angefertigt wurde und sich lange in Gebrauch erhielt.

Die griechische Methode, mit einzelnen Waben am Stäbchen zu operieren, wird auch in dem Werke von Thomas Wildman (1768)

erwähnt, trotzdem gelangt er nicht zu dieser Betriebsweise. Sein Korbmagazinstock (vgl. Krünitz 1783, S. 531) weist in jedem Ringe (Etage) sieben Stäbchen auf, „woran die Bienen ihre Wachstafeln anhängen“. „Damit das Gewirk oder die Scheiben desto mehr befestiget werde, so daß es bey der Bewegung des Stockes nicht abfallen könne, muß ein kleiner Stab mitten (quer) durch den Stock gehen“. Hiermit war die Beweglichkeit der einzelnen Wabe verhindert, da durch diese Querspeilen die Waben fixiert wurden.



Fig. 33. (Original.)
Ägyptischer Bienenstand aus dem Fellachendorfe Bedraschin bei Kairo.
Die beiden aufgerichteten Röhren mit dem darauf liegenden Röhricht dienen zum Ansetzen der Schwärme. Vorn der vermummte „Bienenvater“ niedergekauert. Nur die mit Nilschlamm verschlossenen Röhren sind bewohnt. Mit dem Finger wird ein Flugloch hindurchgestoßen.

Ein anderer Engländer, John Keys (1780 und 1796), schritt weiter vor. Er gab den Stäbchen wieder eine gewisse Beweglichkeit.

In Deutschland erschien ungefähr um dieselbe Zeit das rasch mehrere Auflagen erlebende Werk des württembergischen Magisters S. F. Wurster (1786). Während er selbst noch in der Manier von Christ oder Th. Wildman imkerte, also wohl Stäbchen zur Mobilisierung der einzelnen Etagen der Magazinstöcke verwandte, aber noch nicht zur mobilen Einzelwabe übergegangen war, bringt er in der 3. Auflage seines Werkes (1804) in einer Fußnote — also

allerdings ganz beiläufig — einen Hinweis auf die „ägyptische" Betriebsweise. Er schildert nunmehr merkwürdigerweise nicht die ägyptischen, langen, röhrenförmigen Bienenwohnungen, wie sie noch heute dort in Gebrauch sind (Fig. 33), sondern genau den vorerwähnten griechischen Korb mit dem Stäbchenabschluß nach oben und bemerkt, daß die „Aegyptier" diese Körbe einzeln in den „Waldungen" aufstellen. In Ägypten gibt es aber keine Waldungen. Wahrscheinlich handelt es sich daher auch wohl nicht um Ägypten. Betreffs des Ablegermachens heißt es: „Zur Schwarmzeit nehmen sie den Deckel ab, heben zwey solcher Stäbe mit denen, an dieselbe angebauten Waben, welche mit Honig und Brut besetzt, und zuvor an den Seitenwandungen abgelößt sind, heraus und sezen sie in eine ganz ähnliche Wohnung" usw. „Es gibt keine leichtere Art, Ableger zu machen, als diese... Ich wenigstens werde die nächsten Jahre, die ich erlebe, benuzen, um mehrere Versuche davon zu machen".

Ob Wurster tatsächlich so geimkert hat, konnte ich nicht feststellen. Aber hier liegt der Anfang des Mobilbetriebes schon klar dargelegt, und wiederum geht hier die Anregung wie bei Della Rocca usw. vom Orient aus.

Wenige Jahre nach dem Erscheinen der letzten Auflage des Wursterschen Werkes wurde Dzierzon (1811) geboren. Es ist daher kaum zu bezweifeln, daß Dzierzon von den offenbar weit verbreiteten Werken Wursters und vielleicht auch der englischen Autoren, deren Lehrbücher zum Teil in deutscher Übersetzung vorlagen (John Keys 1797, Thomas Wildman 1769), Kenntnis gehabt und daraus Anregung geschöpft hat.

Auch in Frankreich ist um diese Zeit herum der Stäbchenbetrieb anscheinend ein weit verbreiteter, denn die zahlreichen Werke von Radouan (1821, 2. Aufl. 1827, 3. Aufl. 1828), und von Radouan père et fils (1840 bereits 4. Aufl.) usw. behandeln im wesentlichen den Magazinbetrieb in Strohringen und Kasten unter Verwendung des Stäbchenrostes zur Mobilisierung der Waben.

Im selben Jahre wie Dzierzon wurde ein anderer „Mobilist" geboren, Johann Wunder (1811 bis 1889) in Neudorf bei Kwassitz, der nach der Zeitschrift „Deutscher Imker aus Böhmen" 1903, S. 93 und 338 bis 339, bereits „zehn Jahre vor Dzierzon" mit Stäbchen genau wie Dzierzon imkerte. Wunder, ein schlichter Förster, benutzte „prismatisch" (soll wohl heißen quadratisch) „ausgehöhlte Klotzbeuten" (Buchenstämme), „nagelte Leisten an die Seiten und legte „Trömchen" (Stäbchen) hinauf" und schloß mit einer Tür.

Von diesem „stillen Vorläufer“ hat Dzierzon sicherlich nichts erfahren. Wie wir in diesem Kapitel gesehen haben, hatte er aber nicht wenige andere Vorläufer, deren Mobilbetrieb in zahlreichen Lehrbüchern und in Enzyklopädien bekannt gegeben war.

Es unterliegt nach allem wohl kaum einem Zweifel, daß Dzierzon die Anregung zu seinen Stäbchen durch diese vielen weit bekannten Vorläufer empfangen haben dürfte. Sein Verdienst bleibt es aber, diesen Betrieb populär gemacht zu haben und vor allem die Anregung zur Erfindung des hängenden Rähmchens zum mindesten in Deutschland gegeben zu haben. Leider pflegte Dzierzon, „allen von ihm nicht ausgehenden Fortschritt zu bekämpfen und durch seine Autorität, wenigstens in gewissen Kreisen, aufzuhalten“ (v. Berlepsch 1873, S. XIV) und so sehen wir Dzierzon jahrzehntelang als Widersacher gegen das so sehr viel praktischere Rähmchen, das durch v. Berlepsch und Langstroth trotzdem bald seinen Siegeszug antrat und das unpraktische Stäbchen verdrängte.

Welch seltsamer, mühseliger Werdegang mit seinen Vorstößen und seinem Steckenbleiben, mit allen Erfindereitelkeiten und -rechthabereien durchquickt, von welchen Beigaben allerdings in dieser kurzen Darstellung nur andeutungsweise Notiz genommen wurde.

Siebentes Kapitel.

Biologie.

Um über das Leben und Treiben im Bienenvolke Klarheit zu gewinnen, erscheint es notwendig, die Entwicklung eines Volkes von Anfang an zu verfolgen. Aus besonderen Gründen sei mit der Frühjahrsentwicklung einer schon im Herbst gegründeten Kolonie begonnen.

Eiablage im Winter. Von November bis Januar hört die Mutterbiene (Königin), die einzige Eierlegerin im normalen Volk, meistens mit dem Ablegen der Eier auf, in schwachen Völkern findet man auch im Oktober oft schon keine Brut mehr. Eine feste Regel läßt sich hierüber nicht aufstellen, da sich nach Klima und Tracht wie auch nach der Stärke der Völker Abweichungen ergeben. Es dürfte nicht so ganz selten zu konstatieren sein, daß in sehr starken, warmsitzenden Völkern überhaupt keine vollkommene Brutpause im

Winter eintritt, aber auch in solchen Fällen sehen wir eine sehr starke Verminderung der Eiablage.

Anzahl der Zellen. Nehmen wir an, daß unser Volk auf 10 Normal-Ganzrähmchen säße, wie sie uns die Fig. 20, S. 94 vorführt, von denen acht Rähmchen gut von den Bienen belagert wären, so haben wir folgende Raum- bzw. Zellenverhältnisse im Stock zu berücksichtigen: Das Normalrähmchen (sogenanntes Halbrähmchen), ursprünglich als Einheitsrähmchen für ganz Deutschland vorgeschlagen, aber nur in Nord- und zum Teil auch in Mitteldeutschland vorherrschend verbreitet, ist das kleinste deutsche Rähmchen; es hat eine Lichtenweite von ca. 21,2 cm (Breite) × 17,5 cm (Höhe). Das sogenannte Normal-„Ganz- oder Doppelrähmchen“ umfaßt das Doppelte. Nach meiner Zählung enthält ein Normal-Halbrähmchen etwa 2500 Zellen, ein Ganzrähmchen also etwa 5000 Zellen. Unserem Volke stehen demnach zu seiner Brutentwicklung und Honigaufspeicherung 50000 Zellen zur Verfügung.

Gewicht und Anzahl der Bienen. Wir finden bei der Untersuchung, daß acht Rähmchen — wie erwähnt — gut belagert sind und berechnen darnach das Gewicht und die Anzahl der Bienen wie folgt: Ein gut und dicht belagertes Ganzrähmchen (s. Fig. 20) faßt etwa $^1/_2$ Pfund Bienen. Ein Pfund Bienen sind etwa 5000 Stück (Schwarmbienen s. S. 121 sind schwerer, da sie die Honigblase gefüllt haben, man rechnet etwa 4500 Stück auf ein Pfund). Demnach enthält unser Volk ungefähr 2 kg Bienen = 20000 Stück.

Honigvorrat. Da die Bienen von unten nach oben zehren, so finden wir auf den acht belagerten Rähmchen oben noch einen mehr oder minder breiten Honigkranz (s. Fig. 21), ferner die neunte und zehnte Wabe noch ganz mit Honig gefüllt. Da man 5 Pfund Honig auf ein Doppelnormal- oder Ganzrähmchen rechnet, so taxieren wir den Vorrat auf ungefähr 18 bis 20 Pfund Honig. Darunter befinden sich aber noch viele Zellen, die Blütenstaub (Pollen) enthalten.

Die Anordnung der Zellen. Die Königin beginnt nun mit der Eiablage im Frühling dort wo die größte Wärme herrscht, also mitten im Volk, das sich im Winter und in den kühlen Frühlingstagen zu einer Kugel zusammenzieht, dadurch die Oberfläche verringert und die Wärme besser zusammenhält. Sehen wir uns den Bau einer Wabe an, so finden wir, daß auf einer gemeinsamen Mittelwand beiderseits die Zellen abstehen (Fig. 34) und in der Weise angeordnet sind, daß die Spitze des prismatischen Zellenbodens „*B*“ jeweils der Stützpunkt ist für die Wandung der gegenüberstehenden Zelle (s. a. Fig. 35 *A*). Das Gefüge ist dadurch ein sehr festes.

Eiablage im Frühling. Merkwürdigerweise bestiftet nun die Königin ein etwa 4 bis 5 cm im Durchmesser betragendes kreisförmiges Stück zuerst auf der Mitte der einen Seite einer der Waben, die sich im Zentrum der Bienentraube befinden, und geht dann — also mit großem Umweg über die kühleren Randpartien der Bienentraube — auf die andere Seite derselben Wabe und bestiftet nun die korrespondierenden Zellen der Rückwand. Da die Eier wie kleine Stifte auf dem Boden der Zelle stehen (Fig. 35 *A*), hat man das Eiablegen „Bestiften" genannt. Welche Gründe bewegen die Königin zu diesem weiten Wege, den sie im dichtgedrängten Bienenklumpen, in der übrigens vollkommen dunklen Behausung zurück-

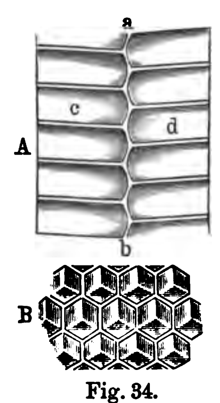


Fig. 34.

A Querschnitt durch eine Wabe, *a* bis *b* die Mittelwand, *c* und *d* die Zellen. *B* die prismatischen Zellenböden, die auf dem Querschnitt *A* nicht genügend scharf in die Erscheinung treten, da die Linie zu rundlich verläuft.

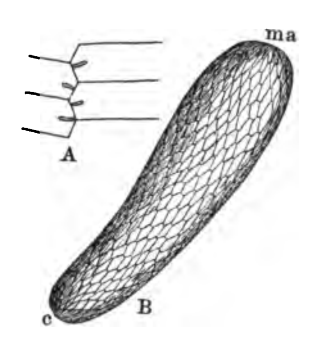


Fig. 35.

A Eier auf dem Grunde der Zellen in ungefähr natürlicher Größe. *B* Ei, 25fach vergrößert; *c* Haftstelle des Eies in der Zelle; *ma* Kopfende mit der Micropyle. Nach Cheshire.

legen muß? Wie findet sie die verhältnismäßig kleine korrespondierende Stelle auf der Rückseite? Und warum geht sie nicht gleich auf die danebenhängende Wabe, um sozusagen mit einem Schritt an Ort und Stelle zu sein? Es würde dieses letztere auch Wärmeökonomie bedeuten, da anfänglich nur eine Wabengasse erwärmt zu werden brauchte, während jetzt zwei stärker erwärmt werden müssen. Ein Erklärungsversuch beruht zum Teil auf der Stellung der Königin in der Kolonie und auf stammesgeschichtlichen Ursachen.

Die Stellung der Königin im Staat ist eine durchaus einseitige, die Königin ist lediglich eine Eierlegemaschine, wie das schon im Kapitel über die Stammesgeschichte erwähnt wurde, sie hat fast alle Instinkte verloren, die zur Wohlfahrt des Volkes dienen, während die Arbeitsbienen alle Instinkte ihres früheren

Weibchentums behalten haben, also die Bau-, Fütter-, Sammelinstinkte usw. und nur den Begattungstrieb einbüßten. So legt die Königin, wenn man die Sache etwas übertreibt und anthropomorphistisch ausdrückt, nur dann Eier, wenn die Arbeiter es „wollen“. Ein Beweis hierfür kann auch darin erblickt werden, daß die Arbeiter bevor die Eiablage beginnt, die Zellen reinigen und regelrecht blank putzen. Nur in solche Zellen, deren Inneres tatsächlich blinkt und glänzt, legt die Königin Eier normalerweise hinein. Die Arbeiter, bei denen, wie nochmals betont sein möge, alleinig die Volkswohlfahrtsinstinkte vorhanden sind, bestimmen also durch das vorherige Putzen der Zellen den Beginn der Bruterzeugung. Zugleich geht damit sehr wahrscheinlich Hand in Hand eine stärkere Ernährung der Königin seitens der Arbeiter. Die Mutterbiene vermag sich nämlich nicht mehr allein zu ernähren. Sie genießt allerdings selbsttätig den Honig aus den Zellen, aber da dieser keinen für das Leben genügenden Stickstoff enthält, würde sie sich vom Honig allein nicht erhalten können. Der Instinkt aber, von dem aufgespeicherten Blütenstaub (Pollen) zu zehren (der Blütenstaub ist stickstoffhaltig) ist ihr vollkommen verloren gegangen. Die Arbeiter aber bereiten in den Speicheldrüsen (richtiger Futterbreidrüsen, System I, s. Fig. 10) einen weißgelblichen, geleeartigen Brei, den sie zur Ernährung der Brut in die Zellen erbrechen und den sie, indem sie der Königin (und auch später den Drohnen, denn jetzt sind diese im Stocke noch nicht vorhanden) den Rüssel reichen, nach Bedarf übermitteln.

Offenbar geht nun, wie erwähnt, vor dem Beginn der Eiablage eine stärkere Ernährung der Mutterbiene seitens der Arbeiter voraus — die die ruhende Eientwicklung anregt — und wohl zugleich schon ein Putzen der Zellen und zwar anscheinend dort, wo sich die größte Wärmeentwicklung in der Bienenkugel vorfindet. Es ist nun vielleicht möglich, daß dieses Putzen der Zellen eine gewisse erhöhte Wärme in der Wabe verursacht, die sich auf der anderen Seite derselben Wabe markiert und hier nun zu gleicher Tätigkeit anregt. So geschieht es, daß die Königin zuerst die beiden Seiten einer Wabe auf einem kleinen Fleck bestiftet. Der Instinkt, stets bei Bestiftung der einen Seite einer Wabe zuvörderst auch die andere Seite derselben Wabe aufzusuchen, muß bei der Königin vorausgesetzt werden, da mir ein Hinlocken durch die Arbeiter äußerst fraglich ist. Nachdem die Arbeiter alle Vorbereitungen getroffen, sieht man die Königin bei der Eiablage anscheinend völlig unbeeinflußt ihre Wege gehen auf der Suche nach präparierten Zellen.

Dieser Instinkt der Berücksichtigung beider Wabenseiten, obgleich es bequemer und leichter wäre, die nebenstehende Wabe zu bestiften, ist meines Erachtens ein sehr alter, er zählt unter die zahlreichen Atavismen und weist auf ein Vorfahrenstadium hin, das uns wie bei *Apis dorsata* und *Apis florea* (s. S. 64) überhaupt nur eine einzige Wabe im Volksverbande zeigt. So bildet die Wabe beim Beginn der Brutentwicklung auch noch eine Einheit, die vorerst berücksichtigt wird[1]). Erst später bei weiterer Entwicklung werden auch die anderen Waben in den Bereich der Brutkreise gezogen und zwar in der Weise, daß, wenn wir die acht Waben unseres Beispielvolkes fortlaufend von 1 bis 8 numerieren, und wir annehmen, daß Wabe 4 zuerst bestiftet wurde, die jeweilig flankierenden Waben — also zuerst 3 und 5 und dann 2 und 6 usw. — in den Bereich der Eiablage gezogen werden. Dabei kehrt die Königin aber stets zur Wabe 4 zurück, um dort den Brutkreis nach und nach zu erweitern usw. Jegliche neu in den Brutkreis gezogene Wabe wird aber zuerst stets als Einheit behandelt wie die erste. So breitet sich das Brutnest von der Mitte durch den ganzen Brutraum aus. Die anfängliche Regelmäßigkeit geht aber bald verloren; so zerreißt beispielsweise eine Wabe, die Drohnenzellen enthält, den Gang der Brutkreise, da um diese Zeit Drohnenzellen noch nicht bestiftet werden. Auch Witterung und Tracht spielen oft eine störende Rolle, wie auch die Bauart der Rähmchen usw.

Die Entwicklungsstadien der Brut verlaufen, modifiziert durch Jahreszeit, Witterung, Volksstärke usw., ungefähr wie folgt:

Entwicklungsstadien der Brut	Königin Tage	Arbeiterin Tage	Drohne Tage
Dauer der Eientwicklung . . . . ca.	3	3	3
Dauer der Larvenernährung . . . . „	6	6	6
Einspinnen und Ruheperiode . . . . „	2	4	7
Umwandlung zur Puppe und Imago . . . „	5	8	8
Zusammen . .	16	21	24

Die Zusammensetzung des Futterbreies ist nach den Untersuchungen von v. Planta (1888 u. 1889) die folgende. Die Trockensubstanz enthält:

[1]) Bei kleinen Königinzuchtvölkchen, die z. B. nur auf zwei Waben mit wenig Volk kühl sitzen, findet man ausnahmsweise diese Regel durchbrochen, indem zuerst nur die beträchtlich wärmeren Innenseiten der beiden Waben bestiftet werden. Es sind dies aber notgedrungene Verhältnisse, die nicht der Norm entsprechen.

Angaben in Prozenten	Königinlarve im Durchschnitt	Drohnenlarven			Arbeiterlarven		
		unter 4 Tagen	über 4 Tagen	im Durchschnitt	unter 4 Tagen	über 4 Tagen	im Durchschnitt
Eiweißkörper .	45,14	55,91	31,67	43,79	53,38	27,87	40,62
Fett	13,55	11,90	4,74	8,32	8,38	3,69	6,03
Zucker	20,39	9,57	38,49	24,03	18,09	44,93	31,51

Wir sehen also, wenn wir das Fazit aus den beiden vorstehenden Tabellen ziehen, daß die Königin, trotzdem sie die größte Biene ist (Fig. 6), die in den langen herabhängenden Weiselzellen (Fig. 57) erzogen wird, in etwa 16 Tagen zur fertigen Imago heranreift. Die Königinlarve erhält nur den geleeartigen Futterbrei, ohne jegliche Mischung von Pollen und Honig und diese besonders kräftige Ernährung, die überdies von besonderer Güte ist (45,14 Proz. Eiweißkörper) bewirkt das rapide Wachstum. Die Arbeiterin gebraucht zur Entwicklung etwa 21 Tage und die Larve erhält nach dem vierten Tage auch Pollen und Honig. Das gleiche gilt von der Drohnenlarve, nur dauert die Entwicklung der Drohne etwa 24 Tage. Arbeiter- und Drohnenlarven fressen den ihnen gereichten Futterbrei vollkommen auf, während sich in den Weiselzellen, nach dem Auskriechen der Imago, noch überschüssiger Futterbrei stets in sehr reichlicher Menge vorfindet. Während also für die anderen Larven das richtige Maß gefunden wird, sehen wir hier eine rätselhafte Verschwendung, deren biologische Bedeutung unklar ist.

Brutammen. Das Brutnest erweitert sich nun mehr und mehr und mit der steigenden Temperatur werden auch die größeren Männchenzellen zur Eiablage präpariert und von der Königin bestiftet. Die jungen auskriechenden Arbeiterinnen sind anfänglich noch etwas unbehilflich, Flügel und Körperchitin sind noch weich, doch schon nach wenigen Tagen beteiligen sie sich an allen Hausarbeiten und besonders beim Füttern der Larven. Sie stellen das Hauptkontingent der Hausbienen (im Gegensatz zu den Feldbienen, die den Außengeschäften nachgehen) und insbesondere der sogenannten Brutammen, die durch starke Zehrung von Honig, Pollen und Wasser den Futterbrei in ihrem Inneren, in den erwähnten Drüsen (S. 112), erzeugen. Die Art und Weise der Erzeugung wird gleich näher berührt werden. Es sei zuvor der Übergang der Hausbienen zur Beschäftigung der Feldbienen dargelegt.

Das Vorspiel und der Orientierungssinn. Die jungen Bienen, die sich zuerst nur den Innenbeschäftigungen hingeben,

halten ungefähr 10 bis 14 Tage nach dem Auskriechen aus der Zelle ihren ersten Ausflug, der sich in sehr charakteristischer Weise vollzieht. Die aus dem Flugloch herauskommenden Neulinge würden, falls sie einfach in die Landschaft hinausflögen, bald verloren sein, da sie ihr Heim kaum wiederfinden würden, zumal nicht, wenn wir uns eine Reihe von Bienenkörben wie auf der Fig. 19 zusammenstehend denken, da ein Landen in einem fremden Stocke meist sofortiges Abstechen bedeuten würde. Sie bedürfen also genauer Orientierung, die in der Weise vorgenommen wird, daß die Herauskommende sich sofort umwendet und mit dem Kopfe — also mit den Augen — dem Stocke zugekehrt, vorwärts und rückwärts in Halbkreisen hin und her und auf und nieder fliegend, sich den Stock und die nähere Umgebung genau einprägt (vgl. Butt.-Reep. 1900). Die Biene lernt also ihre Umgebung kennen. Sie sammelt Erinnerungsbilder, die sie hernach auf ihrem Fluge leiten (s. auch S. 159 ff.).

Ist der Futterbrei ein Drüsensekret? Man hat vielfach angenommen, daß der Futterbrei nicht ein Sekret der Speicheldrüsen sei, wie es Schiemenz (1883) nachzuweisen suchte, sondern im Speisemagen der Arbeiterin erzeugt würde (v. Planta 1888b, Schönfeld 1897). Man war also der Ansicht, daß der Futtersaft aus dem Mitteldarm *Md* (s. Fig. 10, S. 33) vermittelst des besonders gestalteten Magenmundes *v*, der sich dabei durch die Honigblase *Hb* bis in die Speiseröhre *Sp* vorschöbe, entleert werden könne, ohne dabei mit dem Inhalt der Honigblase in Berührung zu kommen. Die Untersuchungen von Metzer (1910) und Zander (1911) haben aber festgestellt, daß es nach dem Bau des Magenmundes unmöglich erscheint, den Inhalt des Speisemagens *Md* wieder zu erbrechen. Der Magenmund (Metzer nennt ihn nicht sehr glücklich Ventiltrichter und Ventilschlauch) hat anscheinend im Gegenteil die Aufgabe, das Zurücktreten des Speisebreies in die Honigblase usw. zu verhindern. Bei dem geringsten Drucke legt sich nämlich der zarte, fast rechtwinklig abgeknickte Schlauch, der in den Speisemagen *Md* hineinhängt (s. Fig. 10), an die Wandung des Magens an und bildet schon dadurch einen Verschluß. Der Futterbrei wird also in einem besonderen Teil der sogenannten Speicheldrüsen erzeugt (s. a. S. 112).

Wasserbedarf zur Futterbreierzeugung und im Stocke. Der Schluß, daß Wasser für die Brutammen eine Notwendigkeit, gründet sich ausschließlich auf die Beobachtung, daß zu Zeiten starker Bruterzeugung ein lebhafter Flug nach Wasser eintritt. Mit Vorliebe wird dann Dungwasser (salzig, stiffstoffhaltig) eingetragen, aber das

8*

heimgebrachte Wasser scheint niemals zur Aufspeicherung zu gelangen, es wird nicht in die Zellen entleert, sondern den Bedürftigen von Rüssel zu Rüssel gereicht. Auch zur Auflösung des über Winter in den Waben verzuckerten (kandierten) Honigs bedürfen die Bienen des Wassers, das sie im Vorfrühling, wo die kühle Witterung noch keinen Ausflug erlaubt, im Stocke finden als Niederschlagswasser, das sich an den Wänden und Waben infolge der Temperaturdifferenz zwischen dem Stockinneren und der Außenluft oft in überreicher Menge (namentlich auf feuchtgelegenen Ständen) vorfindet. Die Atemluft der Bienen ist wasserhaltig und dürfte die Niederschläge vermehren. Honig ist hygroskopisch und bindet stets eine gewisse Feuchtigkeitsmenge der Stockluft, soweit er sich in offenen Zellen befindet, sind die Zellen aber bedeckelt (s. Fig. 21), so ist dieser Vorgang sehr erschwert. Es pflegt daher oft nur der bedeckelte Honig zu kandieren. Der meist stark wässerige Honig in offenen Zellen mag daher zuzeiten völlig zur Befriedigung der Durstnot genügen. Bei starker, trockener Hitze im Sommer, selbst wenn der Bruteinschlag kein sehr großer, wird übrigens auch sehr viel Wasser eingetragen.

Die Drohnenzellen finden sich in einem ganz ungestörten Volk, dessen Wohnung sich überdies der Form der Bienentraube am besten anpaßt, wie z. B. in einem Strohkorbe, in den äußersten Seitenwaben, also das Brutnest flankierend, sehr oft aber auch unten an den Wabenenden, und zwar dann, wenn die Waben zur Zeit, als der Trieb zur Erzeugung der Drohnen auftrat, noch nicht bis unten auf das Bodenbrett herabgeführt waren. Die Drohnenzellen entstehen eben zeitlich später als die Arbeiterzellen und werden dort gebaut, wo die anderen Zellen aufhören, so umgeben sie naturgemäß das Arbeiterbienenbrutnest an der Peripherie.

Der Bau der Weiselzellen beginnt normalerweise, bald nachdem die Drohnenzellen von der Königin zum Teil bestiftet worden sind. Während wir die Drohnenzellen in unserem Beispielsvolk als bereits vorhanden voraussetzen, können wir das gleiche nicht von den Weiselzellen, denn diese bleiben nicht im Volke über Winter erhalten. Die Weiselzellen werden stets, und zwar sehr bald nach ihrer Dienstleistung, wieder abgenagt und mehr oder minder völlig abgetragen (Fig. 57). Wir werden später (S. 212) sehen, daß wir es hier sehr wahrscheinlich mit einem phyletisch alten Triebe zu tun haben.

Das Auftreten der Schwärmstimmung. Der Bau bzw. die Bestiftung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen (Wabenzellen) erfolgt im wesentlichen natürlich nur auf Grund einer be-

sonderen Fortpflanzungsstimmung im Volke, die die Masse der Arbeiter gleichmäßig ergreift. Da die Arbeiter steril sind, an der Fortpflanzung selbst keinen direkten Anteil haben können, so liegt diese Fortpflanzungsstimmung nicht auf dem direkt sexuellen Gebiet, sondern dokumentiert sich als sogenannte Schwärmstimmung, d. h. nicht als individuelle, sondern als Kommunitätsfortpflanzung, als Volksvermehrung durch „Ableger", um mich eines botanischen Ausdruckes zu bedienen. Das Volk „will schwärmen", wie es in der Imkersprache heißt. Diese Schwarmlust wird durch Wärme und gute Tracht hervorgerufen bzw. begünstigt. In Gegenden ohne Frühtracht muß der Reiz durch künstliche Fütterung ersetzt werden. Es ist das die sogenannte Spekulationsfütterung der Heideimker, wie das in jedem Lehrbuch über Korbbienenzucht nachgelesen werden möge.

Die Weiselnäpfchen. Ein ziemlich sicheres Kennzeichen der Schwärmstimmung liegt in dem „Anblasen" von Weiselnäpfchen. Betrachtet man die Fig. 18 (S. 92), so sehen wir zahlreiche kleine Wachsbläschen, es sieht aus, als sei die weiche Wachsmasse durch Aufblasen stellenweise zu kleinen Näpfchen aufgetrieben. Es sind das die beginnenden Königinnen- oder Weiselzellen, von denen sehr oft aber viele nicht über das Stadium des Näpfchens hinauskommen. Man sieht übrigens bei der deutschen Biene nicht sehr häufig so viele Näpfchen (über 50) angeblasen, wie es uns die Abbildung zeigt, die überdies nur einen kleinen Ausschnitt gibt. Es handelt sich hier um die sehr schwarmwütige Heidebiene. Die Königin bestiftet nur einen Teil dieser Näpfchen, die dann zu den lang herabhängenden bereits geschilderten eichelförmigen Weiselzellen ausgebaut werden.

Die Zahl der Weiselzellen ist sehr verschieden. Im allgemeinen kommen die europäischen Varietäten selten über 50 hinaus, auch nicht die stark schwarmlustigen Heidebienen und Krainerbienen. Gewöhnlich findet man etwa 10 bis 20 Königinnenzellen, oft aber auch nur 5 bis 6 und auch noch weniger. Bei den ausländischen Rassen dagegen treten die weiblichen Geschlechtszellen zahlreicher auf. Bei der ägyptischen Biene (*Apis fasciata*) sind 100 bis 200 Weiselzellen in einem Volke keine Seltenheit, bei der syrischen Biene findet man hin und wieder 200 bis 300, bei der kaukasischen 150 bis 160 (vgl. Butt.-Reep. 1906).

Einspinnen der Larven und die sogenannte „Nymphenhaut". Am Schlusse der Larvenernährung werden die Brutzellen sämtlicher drei Bienenwesen bedeckelt, nachdem sich die Larven in einen Kokon eingesponnen haben. Während sich Arbeiter- und Drohnenlarven einen vollkommenen der Wandung enganliegenden

Berichtigung. Seite 117, Zeile 4 u. ff. von unten, muß der Satz lauten: „Am Schlusse der Larvenernährung werden die Brutzellen sämtlicher drei Bienenwesen bedeckelt, nach dem Bedeckeln spinnen sich die Larven in einen Kokon ein."

Kokon fertigen, findet man in den Weiselzellen stets nur einen halben, d. h. die weibliche Larve umgibt sich nur bis zur Hälfte — und zwar nur den Vorderkörper — mit einer ebenfalls der Wandung aufliegenden Gespinsthaut. Wird aber eine Königin in einer Nachschaffungszelle erzogen (s. S. 220), so wird kein Halbkokon, sondern anscheinend immer ein Ganzkokon gesponnen!

Merkwürdigerweise herrschen in der bienenwirtschaftlichen Literatur über diese Gespinste die seltsamsten Vorstellungen. Man bezeichnet sie als „Nymphenhäute" in der Meinung, es hier mit Häutungsprozessen der Nymphe (Puppe) zu tun zu haben. Die eigentlichen Nymphenhäute sind aber unscheinbarer Art, die in kleinen, ganz feinen und dünnen Fetzen auseinanderfallen und hin und wieder der auskriechenden jungen Biene noch in kleinen Partikelchen anhaften oder am Grunde der Zelle liegen (s. auch Stadler 1911).

Während das Gespinst unten in den Zellen gar nicht als solches erkannt werden kann, da es sich — übrigens auch mikroskopisch — als fast strukturlose Haut (Butt.-Reep. 1907b), als ein dünner, durchsichtiger lackartiger Überzug erweist, geht der Kokon mehr und mehr der Zellenmündung zu in ein regelrechtes Gespinst über, dessen einzelne aneinanderhaftende Fäden, deutlich unterschieden werden können. Ganz locker wird das Gewebe über der Mündung, da hier die nötige Atemluft eindringen muß.

Die Zusammensetzung der Brutdeckel ist aus demselben Grunde eine ganz eigenartige, wie v. Planta (1884) nachwies. Die von den Arbeiterinnen über die Brutzellen gebauten Wachsdeckel sind nämlich durchaus anders als die über die Honigzellen gefertigten. Während letztere aus reinem Wachs bestehen und die Zelle luftdicht abschließen, sind erstere mit Pollenkörnern durchsetzt, aus lockerem Wachsgefüge und dadurch porös. Übrigens spinnt die Larve, wie ich hiermit festellen möchte, ihren Kokon erst, nachdem die Zelle von den Bienen gedeckelt wurde. Öffnet man einen solchen Deckel zur Zeit des Einspinnens und hält die Wabe in grelles Sonnenlicht, so läßt sich die Larve nicht im geringsten beim Spinnen stören.

Das Engerwerden der Zellen durch die Kokongespinste ist ein naturnotwendiges, da die Zellen stets von neuem wieder zur Brut benutzt werden und jede Larve ihren Kokon zurückläßt. Geht die Verengung aber über eine gewisse Grenze hinaus, so daß, wie man annehmen muß, das Putzen der Zellen und demgemäß auch das Bestiften dadurch behindert wird, so werden die Gespinste

von den Zellwänden abgenagt. Nur den Zellboden vermögen die Bienen offenbar nicht in der Weise zu bearbeiten und so verdickt sich die Wabe allmählich nicht unbeträchtlich. Es gibt aber 20 bis 30jährige Waben, die noch immer dienstfähig sind, nur muß sie der Züchter weiter auseinanderhängen, da sonst die Wabengassen zu eng werden. Ein behauptetes Kleinerwerden der Bienen in alten Waben findet nicht statt.

Temperatur im Volke. Mit den zunehmenden wärmeren Tagen schlüpfen nun in unserem Volke zahlreiche junge Bienen aus, so daß in den Gassen ein Gedränge entsteht und die Waben dick belagert erscheinen. Die Temperatur des Stockes bleibt eine gleichmäßig hohe, da die junge Brut infolge des starken Stoffwechsels eine nicht unbeträchtliche Wärme entwickelt und diese Wärme durch das dichte Belagern der Brutzellen zurückgehalten wird. Im Brutnest herrscht durchschnittlich eine Wärme von etwa 32 bis 35° C. Ob hier nun die Bienen bei dem sogenannten Bebrüten der Zellen durch erhöhte Körpertemperatur die Brutwärme zu steigern vermögen, ist möglich, da die Bienen die Fähigkeit besitzen, z. B. im Schwarmklumpen beim Wachsschwitzen eine recht hohe Temperatur zu erzeugen. Andere Beobachtungen und Wärmemessungen bei Hummeln usw. (Butt.-Reep. 1903) lassen die Möglichkeit offen, daß die wesentliche Wärme durch die regen Stoffumsätze in der Brut erzeugt werden dürfte (s. auch S. 234).

Vorbereitungen zum Schwärmen. Am neunten Tage nach dem Bestiften der Weiselzellen wird ihre Bedeckelung vorgenommen und mit diesem Moment ist das Volk zum Schwärmen bereit. Es passiert schon, daß besonders schwarmlustige Völker ausziehen, bevor die Bedeckelung vor sich gegangen ist, doch es ist nicht die Norm. Wir sehen jetzt (Mitte Mai oder Anfang Juni) die Behausung gedrängt voller Bienen. An heißen Tagen — oft auch ständig — lagern die Bienen — besonders abends — infolge der Überfüllung und Wärme stark vor, ein dichter Klumpen umgibt das Flugloch auf der Außenseite, ähnlich wie es Fig. 17, S. 91 zeigt oder hängt — bei Kastenwohnungen vom Flugbrett — in Gestalt eines „Bartes“ herunter. Der Flug der sich zum Schwärmen vorbereitenden Völker läßt beträchtlich nach und auch die Eiablage wird eingeschränkt, da die eierschwangere Königin sonst wohl kaum flott davonfliegen könnte. Welche biologischen Momente diese Einschränkung direkt bewirken, ist schwer zu entscheiden. Ob die Königin von der im Volke offenbar vorhandenen Schwärmstimmung schließlich mit ergriffen wird und nun instinktiv die Eiablage beschränkt oder ob sie,

was wahrscheinlicher ist, rein passiv bleibt und nur infolge kärglicherer Ernährung oder weil nicht genügend „geputzte“ Zellen zur Verfügung stehen, ihre Tätigkeit verringert, dürfte nicht leicht festzustellen sein. Jedenfalls ist die Königin beim Schwarmakt nicht der treibende Teil, wie wir gleich sehen werden.

Der Schwarmakt. Wir stehen vor einem Korbvolke, das sich, wie uns das folgende Bild zeigt (Fig. 36), zum Schwärmen anschickt.



Fig. 36. (Original.)
Ein Volk unmittelbar vor dem Ausschwärmen.

Vergleicht man die beiden Figuren 17 und 36, die uns beide vorlagernde Bienen vorführen, so ergibt sich ein charakteristischer Unterschied, der dem Kundigen sofort die ganze „Gemütsstimmung“ des Volkes anzeigt. Vor allen Dingen sehen wir bei Fig. 17 das Flugloch nicht, nur eine kleine Einsenkung der ruhig, dicht übereinanderlagernden Bienen verrät uns seine Stelle. Bei Fig. 36 ist dagegen das Flugloch deutlich sichtbar. Zwischen dickeren, ruhiger sitzenden Bienenklümpchen laufen einzelne Bienen unruhig hin und her, bohren sich in die Haufen hinein und verschwinden dann wieder

im Flugloch, schließlich lösen sich die Häufchen größtenteils auf, ein Teil läuft zum Flugloch hinein, aus dem bereits die ersten Bienen, den besonderen Schwarmton anstimmend, hervorgeschossen kommen und schließlich mischt sich alles in den immer stärker hervorbrechenden Zug und tanzt und tollt im sogenannten „Schwarmdusel“ wild in den Lüften. Dieses Hineinlaufen in das Flugloch dürfte den Zweck haben, sich den Wanderränzel mit Honig zu füllen. Schwärmende Bienen haben den Instinkt, sich vor dem Abzuge mit Honig zu versehen. Stellt man sich unmittelbar an das Flugloch, was ohne Schutzmittel während des Ausschwärmens geschehen kann, denn keine Biene denkt in diesen Momenten an Stechen, so kann man, nachdem schon Tausende von Bienen sich in den Lüften tummeln, plötzlich die Königin erblicken, wie sie, mitgerissen von dem Tumult, am Flugloch erscheint, aber anscheinend noch nicht abzufliegen wagt, sie verschwindet wieder im Inneren, erscheint nochmals und oft erfolgt der Abflug erst nach mehrmaligem Hin und Her, gleichsam zaudernd und ängstlich, um dieses Gebahren anthropomorphistisch auszudrücken.

Nicht allzu selten passiert es auch, daß die Königin sich nicht zum Abfliegen entschließt, und der die Königin lange vergeblich suchende Schwarm kommt schließlich zum Mutterstock zurück und zieht brausend (sterzelnd) wieder ein. Es kommt auch vor, daß der Schwarm sich ohne Königin als Schwarmtraube (Fig. 37) an einen Zweig usw. anlegt und sich dann, allmählich unruhig werdend, wieder auflöst und in das alte Heim zurückkehrt. Hin und wieder erfolgt dann ein erneutes Ausschwärmen entweder einige Stunden später oder meist erst am nächsten Tage, da die Bienen vom Schwarmakt und dem anscheinend aufgeregten Umherkreisen ermüden und nun offenbar einer längeren Pause bedürfen, um zu neuem Umhertollen gerüstet zu sein.

Zieht die Königin mit aus, so erfolgt meist schon nach einigen Minuten das Ansetzen des Schwarmes an irgend einer Stelle. Es scheint, daß hier die Königin das Kommando führt, d. h. dort, wo sie sich niederläßt, sammelt sich der Bien zur Schwarmtraube um sie herum. Daß aber auch die Bildung der Schwarmtraube ohne Königin vonstatten geht, wurde soeben erörtert. So ereignet es sich auch, daß sich ein Schwarm an zwei verschiedenen Stellen anlegt. Der weisellose Teil wird nach einiger Zeit unruhig, fängt wieder an umherzuschwärmen und vereinigt sich schließlich mit dem anderen oder kehrt, falls dieser sehr versteckt oder zu weit entfernt sitzt, in den Mutterstock zurück.

Die Spurbienen. Verfolgen wir zuerst das Schicksal des Schwarmes, so bemerken wir, daß sich unter Umständen nach einigen Stunden der Ruhe der Schwarm wieder auflöst und schließlich in einer bestimmten Richtung davon zieht und zwar mit reißender Schnelligkeit. Gelingt es uns, ihm zu folgen, so sind wir vielleicht Zeuge (vgl. Butt.-Reep. 1900, S. 51), wie der Schwarm in einen



Fig. 37.
Ein sich anlegender Schwarm.

eine Wegstunde entfernten hohlen Baum oder leeren Bienenstock einzieht. Wie hat der Schwarm Kenntnis von dieser entfernten Wohnstätte erhalten? Wer hat ihn dorthin geleitet?

In der Schwarmzeit bemerkt man suchende Bienen, die sich in die Fluglöcher leerstehender Bienenwohnungen hineinbegeben oder irgendwelche Höhlungen an alten Gebäuden usw. inspizieren. Es sind die Spurbienen oder Quartiermacher, die sich im voraus nach einer passenden Wohnstätte für den demnächst erfolgenden Schwarm

umsehen (vgl. Butt.-Reep. 1900, S. 51—54). Offenbar leiten die Spurbienen den Schwarm, wahrscheinlich durch einen besonderen Lockton, in die ausgekundschafteten Höhlungen. Hier sind aber noch sehr viele Rätsel. Welche Reize veranlassen eine kleine Anzahl, da hier von bewußten Überlegungen keine Rede sein kann, sich aller gewohnten Arbeiten zu entledigen und weit in der Gegend umherzustreifen auf der Suche nach einer später zu beziehenden Wohnstätte, zur Erledigung einer cura posterior? Wie schlichtet sich folgendes Dilemma? Nehmen wir an, daß einige Spurbienen einen sehr passenden Wohnplatz *a* gefunden haben, andere desselben Volkes einen bei *b* und noch andere bei *c*. Der Schwarm zieht hernach aber geschlossen nach *b*, trotzdem die Spurbienen nach verschiedenen Seiten gelockt haben werden. Warum dominierte *b*?

„Ausreißen" der Schwärme. Meistens kommt es nun nicht zu dem geschilderten „Ausreißen" des Schwarmes, sondern der Züchter fängt den Schwarm ein, wie das in jedem Lehrbuch nachgelesen werden mag. Es kommt nun vor, daß solche eingefangenen Schwärme nicht mit der ihnen zugewiesenen Wohnung „zufrieden" sind, sie ziehen wieder aus und hängen sich aufs neue an einen Zweig oder eilen, falls es Nachschwärme mit jungen Königinnen sind, gleich in die Ferne. Es ist zu mutmaßen, daß die Spurbienen der herauslockende Teil sind (s. a. S. 77). Gewöhnlich heißt es: den Bienen behagte die Wohnung nicht. Gibt man aber einem Schwarm, der Miene macht, wieder herauszuziehen, ein Rähmchen mit vorgeschrittener Brut (Eier allein sind nicht immer wirksam), so ändert er sein Betragen. Der mächtige Brutreiz überwindet den Trieb zum Davonziehen, das Volk bleibt und ist sehr zufrieden. Mit derselben Berechtigung kann natürlich auch geschlossen werden, daß beispielsweise irgend ein Geruch in der Wohnung vorhanden ist, der störend wirkte, und daß der Brutreiz dieses Hindernis überwunden. Da aber das Herausziehen aus ganz tadellosen Wohnungen vor sich geht, neige ich mehr der Ansicht zu, daß in vielen derartigen Fällen die Spurbienen eine Rolle spielen dürften. Aber es kommt zuweilen noch ein anderes hinzu. Gewöhnlich sind unruhige Schwärme, wie gesagt, Nachschwärme mit jungen Königinnen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die erneute Wanderlust des bereits wohnhaften Schwarmes auf einer Instinktsirrung beruht, von der gleich die Rede sein wird (s. S. 127).

Der zwingende Einfluß von Brutwaben auf das Zurückhalten eines Volkes in seinem Stocke findet sich anscheinend nicht bei allen *Apis*-Arten. Wenigstens konnte ich kürzlich in Ceylon beobachten,

daß die *Apis indica* ihre reich besetzten Brutwaben verließ, als ihr Heim von Ameisen bedroht wurde, wie das bereits auf S. 75 zur Erwähnung gelangte.

Der Vorschwarm. Der erste mit der alten, befruchteten Königin abziehende Schwarm ist der sogenannte Vorschwarm. Gewöhnlich zieht ungefähr die Hälfte des Volkes mit hinaus. Ein normaler Schwarm wiegt etwa 2 bis $3^1/_2$ kg, er zählt also nach der früheren Berechnung (S. 110) ungefähr 18 000 bis 31 000 Bienen, doch fallen — namentlich bei schwarmfaulen Rassen — noch bedeutend schwerere Schwärme. Nehmen wir einen Schwarm von etwa 30 000 Bienen, so betrug also die Höchstzahl der Insassen des Mutterstockes etwa 60 000 Individuen vor dem Abziehen des Schwarmes. Doch steigt die Anzahl der Insassen in einer großen Wohnung noch höher an.

Die Nachschwärme. Wie geschildert, erfolgt der Vorschwarm, nachdem die Weiselzellen verdeckelt wurden. Da von der Verdeckelung bis zum Ausschlüpfen der jungen Königin sieben Tage vergehen (s. Tabelle S. 113), ist also der Mutterstock eine Woche hindurch ohne freie Königin. Aus der Weiselzelle, die am frühesten bestiftet wurde, schlüpft naturgemäß zuerst eine Königin aus. Beim Ausschlüpfen schneidet die Königin einen kreisrunden Deckel von der Zelle ab, der nur durch eine schmale Brücke mit der Zelle in Verbindung bleibt (Fig. 57). Sehr bald nach dem Auskriechen eilt sie an eine Zelle, um Honig zu sich zu nehmen. Ihre Fäces gibt sie zeitlebens im Stock ab, sie werden sofort von den Arbeitsbienen durch Aufsaugen entfernt, während diese, wie auch die Drohnen, die Entleerung normalerweise stets außerhalb des Stockes vornehmen. Während der Winterruhe behalten die Arbeiter die Fäces monatelang bei sich.

Die Arbeiter kümmern sich nicht viel um das junge unbefruchtete Weibchen, das wird erst anders nach dem Hochzeitsflug (S. 126). Die soeben Ausgeschlüpfte wird nun instinktmäßig angetrieben, das Volk auf Nebenbuhlerinnen hin zu inspizieren.

Das Tüten und Quahken der jungen Königinnen. Diese Nebenbuhlerinnen sitzen in den Weiselzellen in den verschiedensten Teilen des Stockes, der ruhelos von der zuerst Ausgeschlüpften durchwandert wird, indem sie ein helles, „eifersüchtiges“ Tüten, das an stillen Abenden durch die dicken Stockwände oft mehrere Meter weit hörbar ist, ertönen läßt. Die reifste der noch in den Zellen eingeschlossenen Königinnen antwortet durch ein tiefes, dumpfes Quahk, Quahk, und so tönt der Wechselgesang oft tagelang. Schließ-

lich beteiligen sich mehrere der inzwischen herangereiften an dem Quahken, die aber die Zellen nicht zu verlassen „wagen“. Da sie aber ein verstärktes Luftbedürfnis und auch Hunger verspüren, machen sie nur einen kleinen Schlitz in die Zelle, strecken den Rüssel heraus und werden so von den Arbeitern gefüttert, die in dichter Menge diese Zellen belagern.

Alles dieses passiert nur, wenn das Volk, trotz des Abziehens des Vorschwarmes (Erstschwarmes), noch schwarmlustig ist. Ist die Schwarmlust jedoch verraucht, werden bald nach dem Ausschlüpfen der jungen Königin die anderen Weiselzellen von den Arbeitern zerstört.

Das Ausziehen des Nachschwarmes. Am zweiten Tage nach dem Herauskommen der zuerst ausgeschlüpften Königin aus der Zelle, also neun Tage nach der Bedeckelung bzw. nach dem Ausziehen des Vorschwarmes, macht sich der Nachschwarm davon. Gewöhnlich schlüpfen während des Schwarmtumultes noch mehrere Königinnen aus und ziehen gleich mit ab. Sie werden später in der Schwarmtraube bzw. im Stock getötet. Es ist anzunehmen, daß die Tüterin die Quahkerinnen unter Beihilfe der Arbeiter beseitigt. Die Erstgeborene bleibt also Herrscherin. Ob unter allen Umständen die Tütende die Erwählte ist und bleibt, ist nicht leicht zu ermitteln. Da die tütende Königin jedenfalls mit dem Nachschwarm auszieht, nennt man den Nachschwarm auch Singerschwarm.

Der Nachschwarm ist meistens naturgemäß viel kleiner als der Erstschwarm. Der Züchter wirft daher zu besserem Gedeihen zwei oder mehrere Nachschwärme zusammen. Eine Beißerei findet nicht statt. Nach einigen Stunden liegen die überflüssigen Königinnen abgestochen unter dem Volke. Wie hier die „Einigung“ der Zusammengewürfelten um eine Königin zustande kommt, ist problematisch. Vielleicht ist es die kräftigste, die als Herrscherin übrig bleibt.

Wirft man einen Vorschwarm mit einem Nachschwarm zusammen, so gibt es dagegen eine Schlacht. Hierbei geht oft die wertvollere alte Königin zugrunde, da die schlanke, gewandte Jungfer die schwerfällige Befruchtete leichter im Zweikampf besiegt. Es liegen offenbar Geruchsdifferenzen so starker Art vor, daß die Kampfinstinkte unweigerlich ausgelöst werden. Jede Biene ist nämlich Trägerin ihres besonderen Nestgeruches, wie weiterhin zu erörtern sein wird.

Bei sehr schwarmwütigen Rassen (Heidebiene, Krainer) folgt nach dem Nachschwarm noch ein zweiter und dritter, hin und wieder

auch noch ein vierter und fünfter, die sich in Zwischenräumen von mehreren Tagen folgen, je nach der Reife der noch in den Zellen befindlichen Königinnen. In solchen extremen Fällen findet man dann schließlich noch eine Handvoll Bienen im Mutterstock ohne Königin und ohne Brut zur Nachzucht einer solchen (s. S. 128). Es ist demnach die letzte Königin mit einem kleinen Häufchen davongeeilt, obgleich eine Nebenbuhlerin (in der Zelle) nicht mehr vorhanden war. Es liegt hier also eine Instinktsirrung, ein anormaler Vorgang vor, da ein Schwarm normalerweise nur zu erfolgen pflegt, wenn eine Ersatzkönigin für die ausziehende irgendwie vorhanden ist. Auch diese Instinktsirrung dürfte sehr wahrscheinlich auf einen anderen Vorgang zurückzuführen sein, der gleich der Darlegung unterzogen werden wird (S. 127).

Die Neugründung einer Kolonie durch einen Nachschwarm. Verfolgen wir nunmehr das Schicksal eines Nachschwarmes, da es uns Gelegenheit gibt, die Befruchtungsvorgänge usw. zu erläutern.

In eine Wohnung gebracht, richtet sich der Schwarm unter Umständen sofort, oft auch erst am folgenden Tage, „häuslich" ein, indem er an das Putzen der Wohnung geht. Kleine Spänchen werden abgenagt, man sieht vorspielende Bienen usw. In der Wohnung selbst, nehmen wir an, befinden sich nur sieben leere Rähmchen, die am Rähmchenoberteil genau längs der Mitte der Stäbchen einen Wachsstrich oder ein kleines Stückchen Wabe (Leitwachs) besitzen, wie das früher schon geschildert wurde. Bald hängen die Bienen in Gestalt einer dichten Traube innerhalb der Rähmchen. In besonderen Beobachtungskästen, wo es ohne Störung des Volkes möglich ist, kann man nun ein Thermometer von oben in die Traube schieben und sieht bald eine beträchtliche Wärmezunahme. Das Volk „schwitzt" Wachs zum Wabenbau! Das Nähere über das Wachsschwitzen erfolgt später (S. 150 ff.).

Hochzeitsvorspiel. Am nächsten Tage bei recht warmer Witterung sieht man etwa gegen 11 Uhr vor dem Flugloch ein außergewöhnlich starkes und lebhaftes Vorspiel — die Königin schickt sich an, zur Hochzeit hinauszueilen. Zwischen dem Summen der Arbeiter hört man das tiefere Dröhnen der Männchen — der Drohnen. Plötzlich erblicken wir die Königin auf dem Flugloch — aber nicht blindlings davonstürmend — sondern sich umwendend und einige wenige Male ihre Wohnstätte musternd. Die Orientierung geht vor sich! Im Verhältnis zur Arbeiterin scheint der Orientierungssinn bei der Königin besonders stark entwickelt zu sein, da dieses Mustern

des Stockes und der allernächsten Nachbarschaft außerordentlich schnell und das Davonfliegen alsdann pfeilschnell vor sich geht.

Die Verhängung. Seltener dicht beim Stande (Klipstein 1867; Mann 1892; Butt.-Reep. 1905), meistens wohl erst in weiterer Entfernung (Berlepsch 1867), hin und wieder recht weit ab (Berlepsch 1873) geht die Verhängung mit der Drohne in der Luft vor sich. Es wird weiterhin noch einiges über die Besonderheiten des Hochzeitsfluges erwähnt werden. Nach kürzerer oder auch längerer Zeit (fünf Minuten bis mehrere Stunden) kehrt die Königin zurück mit dem „Begattungszeichen“ in der klaffenden Vulva. Bei der Verhängung, während der sich die Drohne auf dem Rücken der Königin befindet, stülpt sich der Penis der Drohne heraus, welchen Moment die Drohne wohl nicht überlebt (Klipstein 1867). Drückt man nämlich während der Brunstzeit eine Drohne leicht am Hinterleib, so pflegt der Penis herauszuspringen, sogleich aber fällt die Drohne tot nieder. Es ist daher wohl als sicher anzunehmen, daß die Königin sich mit der toten Drohne nicht in der Luft zu halten vermag, das Pärchen dürfte wohl regelmäßig zur Erde niederstürzen (Butt.-Reep. 1905) und dort erst die Trennung dadurch ermöglicht werden, daß das Glied der Drohne abreißt oder von der Königin irgendwie abgerissen oder abgebissen (?) wird. Es würde zu weit führen, mich auf die zum Verständnis notwendigen anatomischen Einzelheiten einzulassen, ich muß hier auf Zander (1911) verweisen.

Der aus der Vulva heraushängende, abgerissene häutige Penisschlauch ist das erwähnte „Begattungszeichen“, das von der Königin bald nach der Rückkehr in den Stock mit den Hinterbeinen herauszuzerren versucht wird, was oft erst nach längeren Bemühungen gelingt.

Mißverständnisse im Volk. Dieser Befruchtungsausflug der Königin gibt nun hin und wieder zu Irrungen Veranlassung. Offenbar geht wohl dem Ausfluge eine gewisse Unruhe der Königin voraus, die sich auch dem Volke mitteilt, wie man aus dem geschilderten besonders starken und lange andauernden Vorspiel — dem Hochzeitsvorspiel — mit Recht entnehmen darf. Ist nun die Schwarmlust bei den Bienen noch leicht erregbar, so steigert sich diese Unruhe durch eine Instinktsirrung zur Schwarmunruhe, das Völkchen versteht die Königin falsch und begleitet die zur Hochzeit hinauseilende Königin als Schwarm.

Während eines solchen falschen Schwärmens passiert es dann wohl, daß die brünstige Königin während des Schwarmtumultes begattet wird. Beobachtungen dieser Art sind mehrfach gemacht

worden. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß die Möglichkeit einer Begattung auch in einem richtigen Schwarme vorhanden ist. Ein solcher Fall erscheint aber unwahrscheinlicher, da doch das Eintreten der Brunst Vorbedingung zur Begattung sein dürfte. Man kann hier aber nur Mutmaßungen hegen.

Auch das geschilderte „Kahlschwärmen" (S. 126) dürfte auf ein solches Volksmißverständnis zurückzuführen sein.

Eine Begattung während des Schwärmens. Im Juli des Jahres 1890 zog ein Nachschwarm bei dem Bienenzüchter Johann Baptist Buchholz im Dorfe Haßlach im Kinzigtale (Schwarzwald) aus und legte sich an einen Baum an, blieb dort aber nicht lange, sondern zog sich wieder auf den Mutterstock zurück. B. suchte darauf gleich im Mutterstock nach der Königin, fand aber keine, suchte dann dort den Boden ab, wo der Schwarm gehangen, aber die Königin war nirgends zu entdecken. Der Baum war ungefähr 15 m vom Stande entfernt, und wie B. zum Stande zurückgeht, sieht er plötzlich in der Mitte zwischen Baum und Bienenstand die Königin in Verhängung mit einer Drohne am Boden liegend, beide angeblich noch lebend, nach entgegengesetzten Seiten vorwärts ziehend, um sich loszureißen; aber der Tod trat angeblich ein, bevor sie voneinander kamen.



Fig. 38. (Orig.) Königin und Drohne in Verhängung.

Diese später aus der Erinnerung gemachte Schilderung dürfte insofern wohl nicht ganz zutreffend sein, als die Drohne aus den oben geschilderten Gründen kaum mehr lebend gewesen sein wird. War sie aber wirklich noch lebend, so war zweifellos die Verhängung erst unmittelbar vor dem Auffinden vor sich gegangen. Daß die Königin von diesem naturgemäßen Vorgange gestorben sein soll, will auch nicht recht einleuchten. Der Finder steckte das Pärchen in ein kleines Medizingläschen, darin wird die Königin wohl verendet sein.

Diese überaus große Seltenheit, dieses Unikum, befindet sich im Besitze des Verfassers. Fig. 38 zeigt uns das Pärchen. Zur Erklärung der Lage sei erwähnt, daß das Paar ganz von oben gesehen gezeichnet ist. Die Königin liegt nicht über der Drohne, sondern neben ihr, wenigstens berührt der untere Flügel die Unterlage und nur der Oberkörper schwebt etwas, wie auch der letzte Teil des Hinterleibes. Bemerkenswert ist die sehr stark klaffende Vagina. Die Verhängung ist noch so fest wie einst.

Begattung einer Königin von *Vespa rufa.* Da Beobachtungen von Begattung der Weibchen staatenbildender Hymenopteren immerhin zu den größten Seltenheiten (abgesehen von den Ameisen) gehören, sei hier folgendes erwähnt. Am 16. Sept. 1913 wanderte ich im Oberharz in der Nähe von Altenau. Plötzlich fiel in schräger Linie eine etwa walnußgroße Kugel mit großer Schnelligkeit dicht vor mir nieder. Ich erkannte eine Königin von *Vespa rufa* in fester Kopulation mit einem Männchen, während zwei andere anhaftende Männchen sich vergeblich bemühten, durch fieberhaftes Anklammern bald hier bald da, den Nebenbuhler zu verdrängen. Beim Einfangen der Gesellschaft riß sich der Gatte los und entkam. Die Kopulationsverhältnisse liegen bei den Wespen anders. Ein Männchen vermag den Koitus mehrfach auszuführen.

Die Drohnenkugeln beim Befruchtungsausflug der Bienenkönigin. Wie oben schon erwähnt, dürfte auch die Bienenkönigin nach der Verhängung stets zur Erde niederfallen. Vielfach wurden faustgroße Kugeln von Drohnen bemerkt, die sich aus der Luft herabsenkten oder zahlreiche Drohnen, die enggedrängt in dichtestem Schwarm durch die Luft dahinschossen. (Bienenzeitung 1850, S. 13; ebenda 1854, S. 177 bis 178 usw.) Es scheint auch, daß es gewisse Sammelstellen oder Befruchtungsstätten über hohen Bäumen oder über Anhöhen gibt, wo sich die Geschlechtstiere finden, ähnlich wie man es von den Hummeln und Ameisen kennt. Derartiges wird von dem bedeutenden amerikanischen Züchter Doolittle (Gleanings in Bee-Culture 1892) berichtet. An jedem schönen Nachmittag des Augustanfanges hörte er über einem hohen Hügel, wo er Feldarbeiten verrichtete, hoch in den Lüften starkes Summen. Anfangs glaubte er, es seien Fliegen. Als er sich ermüdet niederlegte, sah er, die Augen mit den Händen beschattend, tausende kleiner Lebewesen durcheinander schießen, und schließlich gewahrte er, wie ungefähr ein Dutzend Jagd auf ein anderes machten und es überholten. Zwei davon drehten sich fortwährend umeinander und ließen sich, allmählich der Erde näher kommend, auf einer Maisähre dicht bei dem Beobachter nieder. Als Doolittle, der sofort aufsprang, die Ähre errreichte, flog das eine, welches als eine Bienenkönigin erkannt wurde, wieder fort; am Boden lag eine tote Drohne. Ähnliches berichtet Alfonsus (1894), soweit der Drohnentummelplatz in Frage kommt. Warf letzterer einen Stein in die dröhnende Schar, verfolgten einige Drohnen den Stein fast bis zur Erde.

Bekanntlich verfolgen brünstige Hummelmännchen auch geworfene Steine oder vorbeischießende Schwalben, Schmetterlinge usw.,

desgleichen eilen die Männchen der Wollbiene *Anthidium manicatum*, vorbeisummenden Fliegen nach usw. (vgl. Butt.-Reep. 1903, Zusatz 1, S. 75).

Die Königinnen fliegen sehr wahrscheinlich, falls sie nicht schon unterwegs erwischt werden, ihrem Gehörsinn folgend solchen Tummelplätzen zu.

Arbeitsleistung des Nachschwarmes. Ungefähr zwei bis drei Tage nach der Befruchtung beginnt die Königin mit dem Ablegen der Eier in die noch halbvollendeten Zellen. Es entwickelt sich ein überaus reger Fleiß. Der Wabenbau schreitet rüstig vorwärts, Tag und Nacht hängen die Wachsschwitzer in eigentümlichen Ketten aneinander und produzieren die feinen Wachslamellen, die sich auf den vier hintersten Bauchsegmenten entwickeln (Fig. 48). Nur Arbeiterzellen werden gebaut und nach 14 Tagen — ein recht gutes Volk, starke Tracht und günstige Witterung vorausgesetzt — kann der ganze Brutraum (nehmen wir acht Doppelnormalrähmchen an) bereits ausgebaut, der größte Teil der Zellen voll Eier und auch schon etwas Honig und Pollen angesammelt sein. Die Größe dieser Leistung wird klar, wenn folgendes bedacht wird.

Nach der früheren Berechnung (S. 110) enthalten die acht Ganzrähmchen etwa 40 000 Zellen, deren reines Wachsgewicht ungefähr 800 g beträgt. Sperrt man ein Volk zu geeigneter Zeit ein und füttert es mit Honig, so muß man 5 bis 6 kg Honig füttern, um $1/2$ kg Wachs durch die Bienen erzeugen zu lassen. Während also die Hausimmen das Wachs produzieren, haben die Feldimmen in den 14 Tagen mindestens 9 kg Honig eingetragen, denn wir finden oben in den Waben ungefähr 1 kg Honig und mehr bereits aufgestapelt und dann hat das Volk zur Selbsternährung und zur Bereitung des Futterbreies mindestens 7 kg verbraucht.

Leistung der Königin bei der Eiablage. Zahl der Eier. Von den 40 000 Zellen erweisen sich ungefähr 30 000 mit Eiern und Larven besetzt. Die Königin hat also innerhalb zweier Wochen durchschnittlich täglich (24 Stunden) etwa 2140 Eier gelegt. Da im Anfang die Eiablage spärlicher gewesen sein wird, so werden sicherlich an einigen Tagen etwa 3000 bis 3500 Eier abgelegt sein. So findet man in der Tat oft Waben von 6000 Zellen innerhalb zweier Tage vollständig bestiftet (Dzierzon 1882; Butt.-Reep. 1900). Man hat das Gewicht einer im Eierlegen begriffenen Königin mit 0,23 g festgestellt, das von 20 Eiern ergab 0,0026 g, macht für 3000 Eier 0,39 g, also übersteigt das Gewicht der täglich gelegten Eier das des Körpers der Königin um $1^3/_4$ mal. Überträgt man

aber diese Berechnung, wie es richtiger ist, auf eine Königin, die nicht in der Eiablage begriffen ist und deren Gewicht nach Leuckart (1858) ungefähr 0,15 g ausmacht, so überschreitet die tägliche Eileistung das Körpergewicht der Königin sogar um mehr als das $2^1/_2$ fache.

Veranschlagt man diese Produktionsfähigkeit, natürlich mit den notwendigen Kautelen, auf das ganze Jahr, so ergibt sich, daß die Fruchtbarkeit der Königin im Jahre weit über 100 000 Eier beträgt. „Diese Eier repräsentieren ein Gewicht von mehr als 16 g. 100 g Bienenkönigin produzieren also im Jahre 11 000 g Eisubstanz, d. h. ungefähr so viel wie ein Weib, das täglich drei bis vier Kinder gebären würde“ (Leuckart 1858). „Wenn ein Huhn acht Monate lang einen Tag um den anderen ein Ei legt, so produziert es im Laufe des Jahres ungefähr 500 Proz. seines Eigengewichtes, während eine Frau, die alle Jahr ein Kind bringt, nur etwa 7 Proz. dafür erübrigt. Eine Königin produziert also so viel, wie etwa ein Huhn an Eiermaterial produzieren würde, das an jedem Tage 20 Eier legte oder“ (wie eben erwähnt) „eine Frau, die an jedem Tage drei bis vier Kinder zur Welt brächte“ (Leuckart 1868).

Der „Hofstaat“ der Königin. Diese starke Arbeitsleistung der Königin bedingt sehr reichliche Ernährung. Ein Kranz stets zum Füttern bereiter Bienen umgibt daher andauernd die Mutterbiene, betrillert sie hin und wieder mit den Fühlern, auch findet gelegentlich ein flüchtiges Belecken oder richtiger nur Berühren des Abdomens mit dem Rüssel statt, und von Zeit zu Zeit vereinigt eine aus den Umgebenden, die ständig den Kopf der Königin zuwenden, also auch rückwärts gehen müssen, den Rüssel mit dem der Königin, um den nahrhaften Futterbrei übertreten zu lassen.

Während es bei der schwarmfaulen, reinrassigen „deutschen“ Biene (*Apis mellifica-mellifica* L.) so gut wie ausgeschlossen ist, daß im selben Jahre Mutterstöcke und Nachschwärme wieder zum Drohnenbrutansatz und demgemäß wieder zum Schwärmen übergehen (vgl. Butt.-Reep. 1906, S. 182), tritt die Schwarmlust bei der Heidebiene (*Apis mellifica var. lehzeni*) unter günstigen Tracht- und Witterungsverhältnissen andauernd wieder auf. Bei unserem Nachschwarm erleben wir also bald die Vorgänge hinsichtlich des Schwärmens, wie wir sie bereits früher verfolgten.

Mit dem Eintritt kühlerer Witterung in den Herbsttagen erlischt aber auch hier der Schwärmtrieb, der oft auch schon durch den Eintritt einer besonders reichen Buchweizen- und Heidetracht sein Ende findet. Die Bienen füllen in solchen Fällen alle vor-

handenen leeren Zellen, auch solche bereits mit Eiern bestifteten, mit Honig. Die Eier und auch junge Larven werden dann meist entfernt, hin und wieder sieht man aber auch die Eier noch unter dem Honig. Der Honigraum (S. 95) ist längst vom Züchter geöffnet und ist dort Platz zum Neubau von Waben vorhanden, so werden in fieberhafter Hast neue Zellen und seltsamerweise oft nur Drohnenzellen aufgeführt. Welchen psychologischen Ursachen diese Drohnenzellen ihre Entstehung verdanken, ist schwer zu sagen. Liegt hier im Grunde vielleicht doch noch der Fortpflanzungstrieb (Schwärmtrieb) vor, der zur Errichtung dieser Geschlechtszellen Veranlassung ist? Da der Sammeltrieb, wie eben erwähnt, sich unter Umständen stärker erweist als der Bruttrieb, so erscheint diese Annahme nicht recht wahrscheinlich. Auf andere Gedanken wird man durch die Zweckmäßigkeit des Vorgehens gebracht. Die größeren Drohnenzellen werden anscheinend schneller gebaut und erfordern auch weniger Wachs. Sollen also schnellstens Vorratsräume geschaffen werden, so erscheint der eingeschlagene Weg als der richtigste. Da nun nun aber eine dahin gehende Überlegung bei den Bienen ausgeschlossen erscheint, haben wir es hier möglicherweise mit alten Instinkten zu tun, die nur noch unter besonderen Umständen in die Erscheinung treten und die darauf hinweisen, daß in früheren Zeiten der Honig stets in größeren oder vergrößerten Zellen abgelagert wurde, wie wir es heute anscheinend noch bei der stammesgeschichtlich primitiveren einwabigen *Apis dorsata* sehen (Butt.-Reep. 1903). Übrigens tritt eine ähnliche Erscheinung auch dann bei der *Mellifica* auf, wenn bei starker Tracht die gewöhnlichen Honig enthaltenden Arbeiterzellen, um Raum zu schaffen, bis aufs äußerste verlängert werden, besonders da, wo die Waben zufällig weiter auseinanderhängen. Man findet dann merkwürdigerweise, daß diese verlängerten Zellen im Durchschnitt größer werden und schließlich sich dem Durchmesser der Drohnenzellen nähern. Sie ähneln dann vollkommen den Honigzellen der *Apis dorsata*.

Lebensdauer der Biene. Bei reicher Tracht, also bei rastloser Tätigkeit, ist die Lebensdauer der Feldbienen eine sehr beschränkte. Am 7. Juli setzte ich eine gelbgebänderte befruchtete Königin in ein Volk schwarzer Bienen. Am Morgen des 9. Juli wurde sie aus dem Weiselkäfig befreit und am Abend fanden sich schon einzelne Eier. Nach genau 21 Tagen — am 29. Juli — erschienen die ersten gelben Arbeiter, die sich als Brutammen betätigten. Die ersten, und zwar ganz vereinzelten hielten ihren ersten Ausflug am zehnten Tage nach dem Ausschlüpfen, also am 8. August. Während sich auf

den Brutwaben bereits zwei Drittel aller Bienen durch ihre gelbe Bänderung als Nachkommen der neuen Königin präsentierten, sah man am Flugloch nur schwarze Bienen, bis auf die erwähnten ganz vereinzelten gelben, die am Tage vorher überhaupt noch nicht außerhalb des Stockes in die Erscheinung traten und auch jetzt nach kurzem Ausflug wieder im Stock verschwanden. Wenige Tage darauf, am 15. August, waren bereits fast alle schwarzen Bienen am Flugloch und auf den Waben verschwunden, trotzdem im Stocke noch nach dem Zusetzen der gelben Königin acht bis zehn Tage lang schwarze Bienenbrut ausgelaufen war. Am 28. August sah man kaum noch eine einzige schwarze Biene, obgleich während der ganzen Zeit heiße Dürre und sehr geringe Tracht geherrscht und eine starke Abnutzung nicht stattgefunden hatte.

Man kann also schließen, daß in diesem Volke die Bienen durchschnittlich nur etwa fünf Wochen lebten. Bei sehr reicher Tracht ist die Lebensdauer eine noch viel kürzerere und dehnt sich oft nur auf etwa drei Wochen aus.

Dieser starke Abgang hat verschiedene Ursachen. Einesteils werden die Flügel stark abgenutzt, so daß sie zerschlissen, dienstunfähig werden, dann schlägt jeder heftige Regen viele nieder, von denen manche sich nicht wieder erheben, viele fallen den Feinden (Vögeln, Kröten, Spinnen usw.) zur Beute, sehr viele erliegen Krankheiten (Sandläuferei usw.) und schließlich scheint die angestrengte Tätigkeit die Lebenskraft schnell zu erschöpfen (s. auch Butt.-Reep. 1900).

Die im Herbst eingewinterten Bienen erleben zum größten Teil das Frühjahr. Die Winterbienen können daher sieben bis neun Monate alt werden.

Lebensdauer der Königin. So kurz das Leben der Arbeitsbienen in der Trachtzeit, so ausdauernd ist die Lebenskraft der — abgesehen von den Schwarmzeiten — stets im Stockinneren in bester Pflege weilenden Mutterbiene. Die durchschnittliche Lebensdauer kann auf 3 bis 4 Jahre angenommen werden, doch sind auch 5 Jahre alte Königinnen beobachtet worden, ja, 6 bis 7jährige will man konstatiert haben (Dzierzon 1882), doch handelt es sich hier um anormale Fälle.

Es ist wohl als sicher anzunehmen, daß diese Langlebigkeit des Weisels, wie schon erwähnt, erst im Laufe der Staatenbildung eingetreten ist und daher auch eine besondere, von der Arbeitsbiene abweichende Keimesanlage voraussetzt.

Beobachtungen am Wagvolk. Verfolgen wir nunmehr die Schicksale unseres Nachschwarmes weiter und betrachten die Erscheinungen der eben geschilderten starken Honigtracht noch nach einer anderen Seite hin, so bemerken wir das Folgende.

Das Volk wird auf eine geeignete Wage gesetzt und da ergibt sich, daß jedem Plus am Tage ein meist entsprechendes Minus in der Nacht folgt.

Vergleicht man z. B. die Honigertragsresultate, die ein Wagvolk (Fig. 39) einer schweizerischen, apistischen Beobachtungsstation

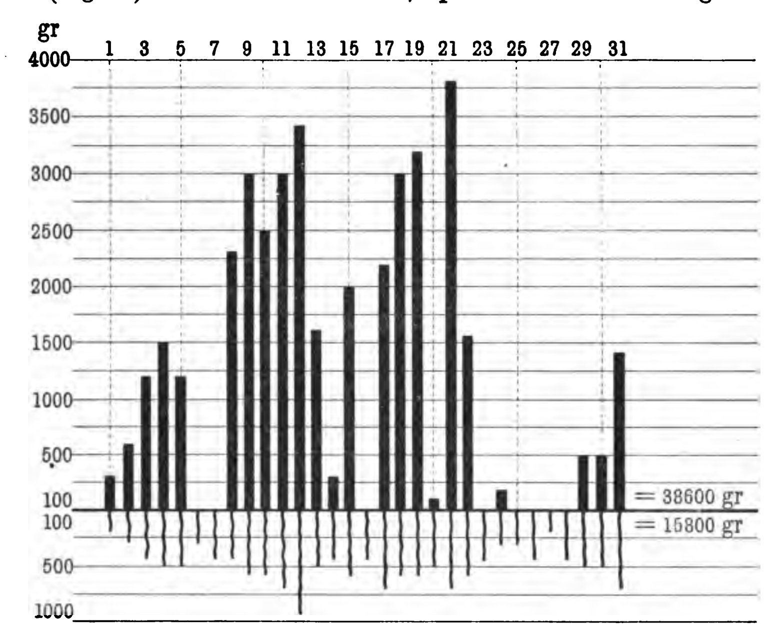


Fig. 39. Resultate eines Wagvolkes im Laufe eines Monats.

(Station Altstätten, Mai 1908) im Verlaufe eines Monats geliefert, so zeigen die geschlängelten Linien unterhalb des 100 g-Striches, wie in der Nacht nach den Trachttagen die Wage stets ein Minus anzeigt. Beispielsweise wurde der Stock am 12. Mai annähernd 3400 g schwerer, um dann aber in der folgenden Nacht etwa 900 g wieder einzubüßen. Im allgemeinen kann man sagen, je höher die täglichen Gewinne, je entsprechend tiefer die nächtlichen Verluste. So sehen wir am Schlusse des Monats einen Bruttogewinn von 38 kg und 600 g, von dem die Verluste mit 15 kg und 800 g abgezogen, eine Netto-Gewichtszunahme von 22 kg und 800 g übriglassen. Daß die Gewichtsverluste, die uns hier beschäftigen, wesent-

lich in der folgenden Nacht erfolgen, ist aus der stark zusammengedrängten Tabelle nicht zu ersehen, verhält sich aber so.

Wodurch werden diese Verluste in der Hauptsache bewirkt?

Was ist Nektar und was ist Honig? Nach Zander (1909, 1913) ist zwischen Nektar und Honig ein so geringer Unterschied vorhanden, daß er sogar vorschlägt, nicht mehr vom Nektar, sondern vom Honig der Blüten zu reden. Der vortreffliche Bienenforscher stützt sich besonders auf eine durch v. Raumer ausgeführte Analyse des Nektars der Kaiserkrone (*Frittillaria imperialis*), der ausnahmsweise keine Saccharose (Rohrzucker) enthält und meint im Anschluß daran (1913): „Es steht daher nichts im Wege, die ursprüngliche Benennung der Biene durch Linné als *Apis mellifera*, die Honigsammlerin, mit der jetzt gebräuchlichen *Apis mellifica*, die Honigbereiterin, zu vertauschen." Abgesehen davon, daß bei dieser Namensgebung doch noch ganz andere und wichtigere Momente in Betracht kommen (s. S. 5), scheint es mir doch auch keineswegs festzustehen, daß Nektar und Honig so gut wie das gleiche sei. Auf Grund anderer Analysen sagt z. B. König (1904, S. 995): „Da in den Blüten bzw. den Pollen häufig nur oder vorwiegend Saccharose vorkommt, der Honig aber nur eine geringe Menge Saccharose gegenüber Invertzucker enthält (nämlich nur Spuren bis 12,91 Proz. des ersteren auf 64,10 bis 79,37 Proz. des letzteren), so muß derselbe in dem Honigmagen oder von den Speicheldrüsen der Biene eine Umwandlung in Invertzucker erfahren." Ferner sagt Petersen (1912): „Der in den Nektarien der Pflanzen dargebotene Zucker besteht zu einem Teil aus Traubenzucker, zum größeren Teil aus Rohrzucker. Dieser letztere wird bei der Honigbereitung invertiert, d. h. in Glukose und Fruktose gespalten. Bei der künstlichen Fütterung gibt man bekanntlich Rohrzucker, der dann als dem Honig außerordentlich ähnlicher Invertzucker im Stock gespeichert wird. Die Inversion findet also in der Honigblase der Biene statt, und das betreffende Enzym haben Erlenmeyer und v. Planta im Honig nachgewiesen, wo Langer es dann genauer studierte." Petersen konnte diesen Invertierungsprozeß ebenfalls nachweisen.

Abgesehen von diesen aus den Speicheldrüsen stammenden Enzymen, vermochte Langer (1909) Eiweiß im Honig festzustellen, das er serologisch als arteigenes Bieneneiweiß bestimmen konnte.

Hier liegen doch wesentliche Unterschiede vor, die es kaum angängig erscheinen lassen, kurz gesagt die *Mellifica* in eine *Mellifera* zu verwandeln.

Selbst wenn es sich erweisen sollte, daß die Nektare keinen Rohrzucker oder nicht mehr, als im Honig zu sein pflegt, enthalten, bleibt durch vorstehend angeführte Differenzen ein nicht zu übersehender Wesensunterschied zwischen Nektar und Honig bestehen. Der Vusperkrauthonig aus *Stachys recta*, der in Ungarn in großen Mengen gewonnen wird, enthält nun aber sogar ca. 10 Proz. Rohrzucker, wie ich einer gütigen Mitteilung des Herrn Dr. Popp, Direktor der hiesigen chemischen Versuchsstation, entnehme, so daß im Codex alimentarius ein diesbezüglicher Vermerk gemacht werden mußte. Offenbar ist im Nektar aus *Stachys recta* ein so hoher Prozentsatz Rohrzucker vorhanden, daß die Biene ihn nicht völlig zu invertieren vermag.

Nun weist Honig nur 15 bis 20 Proz. Wasser auf, Nektar bis zu 93,76 Proz. Wasser. Wie wird dieses überschüssige Wasser entfernt? Es scheint, daß die Verdickung des Honigs durch starke Ventilation, durch Hinausfächeln, das besonders nachts vor sich geht, bewirkt wird. In Reihen stehen die Bienen an und nach starken Trachttagen auf dem Flugbrett hintereinander, eine wirft der anderen gleichsam die Luftwelle zu. Der dadurch erzeugte Luftstrom ist recht kräftig, hält man eine kleine Papiermühle hinein, so dreht sie sich flott. Auf diese Weise wird der Nektar zu Honig kondensiert und anscheinend nur auf diesem Wege. Die Angabe, daß nachts ein Umspeichern des angeblich tags beliebig deponierten Nektars stattfinde und sich hierdurch die Verdunstungsoberfläche steigere, erscheint nicht richtig. Der Wasserverlust durch das Hinausfächeln ist, wie sich aus der Wagvolktabelle ergibt, kein unbeträchtlicher. Die Ansicht, daß die Biene schon in ihrem Körper einen Teil des Wassers ausscheide und dieses Wasser irgendwie von sich gäbe, scheint nicht zuzutreffen (A. v. Planta 1892). Auch ist kein eigentliches Exkretionsorgan im Körper der Biene bekannt, das eine solche Ausscheidung so schnell bewirken könnte (s. S. 193). Tatsache ist aber, die ich mehrfach mit absoluter Sicherheit beobachtete, welche Beobachtung nur eine Bestätigung zahlreicher Befunde von Imkern (z. B. Dzierzon) ist, daß die Bienen bei Aufnahme stark gewässerter Süßigkeiten beim Auffliegen nach der Sättigung einige feine klare Tröpfchen fallen lassen. Ob diese Tröpfchen aus dem Munde oder dem After erfolgen, ist, da der Vorgang im Fliegen vor sich geht, nicht festzustellen[1]). Nicht unmöglich ist es auch, daß es sich hierbei nicht um eine Aus-

---

[1]) Nach den neuerlichen Erforschungen von Petersen (1912) will es mir glaubhaft erscheinen, daß eine Abgabe durch den After nicht in Frage

scheidung in dem besagten Sinne, sondern um eine Abgabe zuviel genossenen Futters handelt. Die Biene fühlt sich vielleicht zu stark belastet und gibt einfach einen Teil wieder von sich. Beim Nektarsammeln, der sich bei uns fast stets in minimalen Mengen darbietet, dürfte eine solche Überfüllung der Honigblase wohl niemals in Erscheinung treten.

Honigverbrauch des Volkes. Das Defizit auf der Wage wird natürlich nicht nur durch die Verdunstung des Wassers bewirkt, sondern auch durch den Honigkonsum, der ein ziemlich beträchtlicher ist, aber ein schwer ermittelbarer, da der Verbrauch zum Teil als Futterbrei der Brut zugeführt wird und das sich zeitweilig täglich steigernde Brutgewicht und der Abgang von alten Bienen hier Ausgleiche schaffen, die nicht näher festgestellt werden können.

Verfolgt man den Honigverbrauch eines mittelstarken Wagvolkes zur brutleeren Zeit, so ergibt sich für die Monate Oktober bis Januar ein Gesamtverbrauch von 2 bis 6 kg, für Februar bis April von 4 bis 16 kg, doch spielt hier die sich stark vermehrende Brut schon ein gewichtiges Moment hinein, und später die beginnende Honigtracht in den Monaten Mai bis Juli mit den starken Verdunstungsziffern. Den vermeintlichen Konsum dieser letzten drei Monate kann man nach größeren Durchschnitten auf etwa 10 bis 20 kg abschätzen und den für August und September auf 4 bis 8 kg. In Gegenden mit Spättracht (Heide, Buchweizen) dürfte ein wesentlich stärkerer Konsum einsetzen als in — um diese Zeit — trachtlosen Gegenden. Wir erhalten demnach als Minimalverbrauch eines mittelstarken Volkes im Jahre etwa 20 kg und als Maximum etwa 50 kg.

---

kommen kann, da er nachwies, daß die Flüssigkeitsausscheidungen aus dem Darm stets durch zahlreiche Bakterien getrübt erschienen.

Die von verschiedenen Forschern beobachteten stark lichtbrechenden Kügelchen, die sich bei der Biene z. B. in den Zellen des Mitteldarmepithels usw. finden, werden von Petersen im Gegensatz zu Biedermann nicht als Speicherprodukte angesehen, weil „man nicht recht sieht, wozu gespeichert wird, denn eine Verwandlung oder eine Ruhepause wird nicht mehr durchgemacht, und das Leben der Einzelbiene ist nur kurz“. Die Biene lebt im Sommer allerdings nur wenige Wochen, wie schon erwähnt, aber die Winterbienen werden 7 bis 9 Monate alt und wenn sie auch normalerweise stets auf Vorrat sitzen, so ist die Zehrung für die Hautbienen (s. S. 139) in der Winterkälte oft recht erschwert. Diese Proteinkörner scheinen mir daher sehr wohl als Speicherprodukte in Frage zu kommen. Über die eigentlichen Verdauungsprozesse läßt aber diese sonst ausgezeichnete Spezialarbeit von Petersen, die manches bisher falsch Dargestellte berichtigt, noch im unklaren.

So erklären sich auf der Tabelle Fig. 39 die Defizite an trachtlosen Tagen, z. B. am 6., 7., 16., 26. bis 28. Mai auf Grund der eben gepflogenen Erörterungen.

Honigerträge eines Volkes. Es wird hier die Frage auftauchen, wieviel Honig ein Volk unter günstigen Umständen zu liefern vermag. In der bienenwirtschaftlichen Literatur sind die Berichte nicht so sehr spärlich, die uns Reinerträge von 50 kg pro Volk angeben, auch 60 kg kommen vor (Schweiz. Bienen-Ztg. Nr. 3, S. 129, 1914). In sehr günstigen Gegenden, wo der Tannenhonig eingeheimst werden kann und der Mobilbetrieb zu Hause ist, steigern sich — wenn auch selten — die Erträge bis auf 100 kg und für einzelne besonders starke und tüchtige Völker sogar noch höher (135 kg, Bienenzeitung 1888, S. 149). Im Durchschnitt ist der Honiggewinn aber beträchtlich niedriger, namentlich wenn man mehrere Jahre in Betracht zieht, da nicht selten gänzliche Fehljahre eintreten und viele Gegenden überdies fast stets nur eine mittelmäßige Ernte gewähren.

In Amerika fließt der Honig stellenweise etwas bedenklich stark. Ich erwähne daher nur einen mir einigermaßen zuverlässig erscheinenden Bericht des in der Imkerwelt sehr bekannten Mr. Doolittle. Dieser erntete nach dem American Bee-Journal im Jahre 1877 von einem Volke 566 Pfund Schleuderhonig und von drei Stöcken zusammen 900 Pfund Wabenhonig (Bienenzeitung 1880, S. 215).

Tagesleistung im Honigertrag. Die wirkliche Honigüberschüsse von Dauer schaffende Tracht beschränkt sich oft nur auf wenige Tage, manchmal auf ein bis zwei Wochen. Daraus ergibt sich, daß die Bienen im Laufe eines Tages, wie das schon aus der Tabelle Fig. 39 hervorgeht, Gewaltiges zu leisten haben. Tageserträge von 7 kg netto dürften zu den höchsten in Europa mit Sicherheit ermittelten gehören.

Die Drohnenschlacht. Nach Beendigung der sommerlichen oder herbstlichen Haupttracht beginnen im allgemeinen im Volk die biologischen Übergänge zur Winterruhe sich allmählich bemerkbar zu machen. Die Brut ist durch den als „Winterfutter“ eingetragenen Honig schon stark eingeschränkt. Die Drohnen, die immer noch mit durchgefüttert wurden — in Gegenden mit Spättracht oft bis in den September hinein —, fallen bei Eintritt kühlerer oder trachtarmer Tage als Opfer; die Drohnenschlacht beginnt. Ein eigentliches Erstechen findet nicht oder nur hin und wieder an ganz vereinzelten Exemplaren statt. Im Beginn wird den Drohnen offenbar kein Futterbrei mehr gereicht, da nur dieser ihnen den nötigen

Stickstoff gewährt, so ermatten sie, zumal sie von den Honigwaben abgedrängt werden. Öffnet man um diese Zeit einen Stock, so findet man die Drohnen auf dem Boden in den Ecken und an den Stockwänden oft klumpenweise zusammengehäuft sitzen. Auf den Waben sieht man die Arbeiter hinter einzelnen Exemplaren herjagen. Die zum Flugloch hinausfliehenden oder ermattet hinauskriechenden (erkrankte oder verletzte Bienen haben die Gewohnheit, aus dem Stock hinauszukriechen) werden nicht wieder hereingelassen, versuchen sie einzudringen, so werden sie von den Arbeitern gepackt, gebissen und zu erstechen versucht. Oft sieht man dann eine Arbeiterin als Reiterin auf dem breiten Rücken einer Drohne; die Drohnen werden „hinausgeritten" und kommen schließlich draußen um. So werden auch die in den Stockecken völlig Ermatteten hinausgezerrt, die dann oft in Mengen auf der Erde vor den Stöcken liegen. Über den Drohnenbeseitigungsinstinkt s. a. S. 222.

Einwinterung. Allmählich läßt die Eiablage der Königin ganz nach. Beginnende Kälte treibt die Bienen zur Wintertraube zusammen. Je stärker sich die Bienen zusammenziehen, je kleiner wird die Oberfläche der Kugel, je geringer die Wärmeausstrahlung. So können die Bienen, warm eingepackt — die Vorkehrungen zur Einwinterung mögen in jedem Lehrbuch nachgelesen werden —, monatelang (in Sibirien fünf Monate) scharfer Winterkälte widerstehen. Ein Winterschlaf findet nicht statt. Die außen an der Peripherie der Winterkugel sitzenden, die sogenannten Hautbienen, begeben sich langsam von Zeit zu Zeit in das Innere, wohl um Honig zu zehren, doch ist das Nahrungsbedürfnis über Winter ein recht geringes. Je ruhiger die Bienen sitzen, je weniger zehren sie, sie können sogar den Pollen im Winter unbeschadet entbehren, vielleicht treten die Reservestoffe im Körper als Ersatz auf (s. S. 137), nur im Frühjahr ist er bei der sich aufs neue entwickelnden Brut zur Bereitung des Futterbreies sehr notwendig. Fehlt er auch dann, so haben die Bienen offenbar die Fähigkeit, auch hier aus den Stickstoffvorräten ihres Körpers das Fehlende zu ersetzen. Wie weit und wie lange ein derartiger Ersatz möglich ist, steht nicht fest, auch nicht, ob Schädigungen dadurch bewirkt werden.

Wir haben hiermit das Bienenleben im Kreislauf eines Jahres in den wesentlichsten Punkten des normalen Geschehens kennen gelernt. Es bleibt nun noch übrig, soweit es der Raum gestattet, in einzelnen Abschnitten besondere Kapitel aus der Biologie einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Achtes Kapitel.

Das Rätsel des Pollensammelns.

Es ist sehr charakteristisch für die Schwierigkeit des Problems, daß seit Jahrhunderten, d. h. seit der Zeit, da mit Swammerdamm im Jahre 1673 eine etwas exaktere Beobachtung der Bienen einsetzte (1752), eine den Tatsachen entsprechende und daher befriedigende Erklärung über das Zustandekommen der Pollenhöschen bei der Honigbiene nicht geliefert ist und auch die seit dem Jahre 1911 vorliegende Klarlegung nicht bei der Biene, sondern zuerst bei den Hummeln erfolgte, wo schon durch die größeren Verhältnisse die Einsicht ein wenig erleichtert wurde (Sladen 1911).



Fig. 40. (Original.) Biene mit Pollenhöschen. (Nach Photographie.)

Wir sehen auf der nebenstehenden Abbildung eine Honigbiene, wie sie mit dem Blütenstaub beladen, heimwärts fliegt. Sie hat die „Pollenhöschen" angezogen, wie es in der Imkersprache heißt. Wie kommen nun diese Pollenhöschen zustande? Beobachtet man eine Blütenstaub sammelnde Biene, so sieht man in der Hauptsache, daß sie beim Abfliegen von der Blüte anscheinend die inneren mit Borstenreihen besetzten Flächen der Metatarsen des dritten Beinpaares (Fig. 41) aneinander reibt, was mit großer Schnelligkeit geschieht. Zugleich sind auch das mittlere und vordere Beinpaar in so lebhafter Bewegung, daß es auch durch fortgesetzte Beobachtungen nicht gelingt, die einzelnen Phasen mit absoluter Sicherheit zu erkennen.

Fängt man nun eine Biene, bevor sie eine reichlich Pollen gewährende Blüte verläßt, so sieht man, daß sie an allen Beinpaaren und oft am ganzen Körper mit dem Blütenstaub bepudert ist. Fängt man eine andere gleich nach dem Abfliegen, wobei sie bei der verlassenen Blüte bei eifrigster Beinbewegung und der geschilderten Reibung der Metatarsen frei schwebend oft noch einen Moment zu verweilen pflegt, um in dieser schwebenden Stellung offenbar am ungehindertsten das Abbürsten des Pollens bewirken zu können, so findet man den Körper mehr oder weniger gesäubert und den Blütenstaub plötzlich an der Außenseite der Hinterbeine in dem Körbchen (Corbicula).

Die bisher vorhandenen Abbildungen des Körbchens, auch in den neuesten Werken (z. B. Braue 1913), sind fast durchweg falsch gezeichnet und erwecken unrichtige Vorstellungen und auch die hervorragenden Originalzeichnungen Casteels, die mir in liebenswürdigster Weise für dieses Kapitel zur Reproduktion zur Verfügung gestellt wurden, versagen in diesem Punkte. Die Casteelsche Beschreibung lautet gemäß der Zeichnung wie folgt: „Die äußere Oberfläche der Tibia weist eine langausgezogene Vertiefung auf, die am distalen Ende am tiefsten ist und seitlich begrenzt wird durch erhöhte Ränder“ (1912). Vergleicht man hiermit seine Abbildung (Fig. 42), so erhält man den Eindruck, als ob die ganze äußere Tibiafläche ausgehöhlt sei, was aber den tatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, da die Tibia auf dem vielleicht größten Teil ihrer Oberfläche und sogar nicht unbeträchtlich gewölbt ist. Die starke Beinmuskulatur usw. findet in dieser Wölbung ihren Platz. Eine getreue Darstellung dieser Verhältnisse ist allerdings wegen der Kleinheit des Objektes und aus mancherlei anderen Gründen besonders schwierig, auch

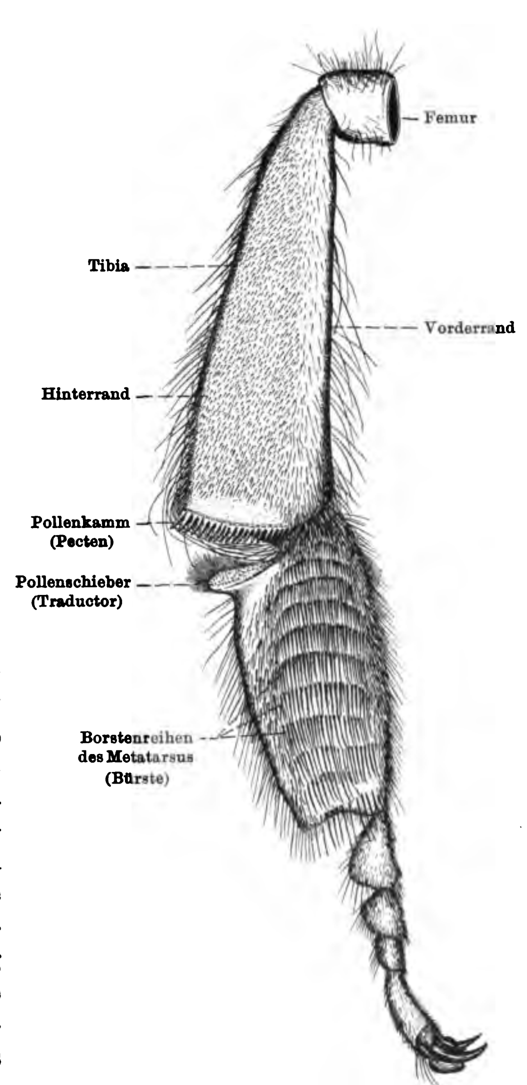


Fig. 41. Innenseite des linken Hinterbeines der Arbeitsbiene. Der Traduktor ist identisch mit dem Fersenhenkel, Dorn (Auricle).
(Nach Casteel mit zum Teil veränderten Bezeichnungen.)

findet man kaum ein Körbchen, das dem eines anderen Individuums völlig gleicht.

Ferner darf man keine Sammlungs-, also getrocknete Exemplare als Vorlage benutzen. Nichtsdestoweniger zeigt sich doch das Wesentliche gemeinsam. Entfernt man die Seitenhaare, so präsentiert sich die Außenseite der Tibia, wie es die Fig. 43 zur Darstellung zu bringen sucht. Wir sehen die Wölbung sich fast bis zur Gelenknähe hinunterziehen, und daneben eine Einbuchtung, eine Vertiefung. Die Abbildung macht eine weitere Beschreibung überflüssig. Besonders auf der Wölbung liegt spiegelnder Hochglanz, da die ganze Außenfläche der Tibia glänzend glatt und haarlos ist aus biologischen Gründen, die gleich zur Erörterung kommen. Nur unten in der Nähe des Pollenkammes sind außer einer sehr großen Borste sechs bis acht ganz winzige Härchen vorhanden, die auch auf der Fig. 43 fortgelassen wurden [1]). Nicht nur die Vertiefung wird als Körbchen (Corbicula) bezeichnet, sondern — trotz der Wölbung — diese ganze Tibiaseite, da die erwähnten langen, nach oben gekrümmten Seitenhaare (Fig. 42) den gesammelten Pollen umhegen und so ein Behältnis bilden.

Wie aber gelangt nun der Pollen von den Innenseiten der Metatarsen (aus den Bürstenreihen) und von den vorderen Beinen bzw. den Mandibeln an die Außenseite in diese Körbchen hinein?

In manchem Sommer und vor allem auch im Herbst, wo das kühlere Wetter den Eifer etwas dämpft und die Bewegungen (namentlich bei Hummeln) in frühen Morgenstunden ein wenig verlangsamt, habe ich, besonders auch an mannshohen Blütenrispen der *Bocconia japonica* — also in bequemer Augenhöhe —, den Vor-

---

[1]) Mehr als Kuriosum sei erwähnt, aber auch als typisch für die Imkerliteratur, soweit sie sich auf diesen Gebieten bewegt, daß ein Dr. X. in einem vor einigen Jahren herausgegebenen bienenwirtschaftlichen Lehrbuch anscheinend die Innenseite des Hinterbeines abbildet und als Körbchen bezeichnet! Im Text heißt es dazu: „Betrachten wir zunächst die Schiene, also den Unterschenkel, so zeigt dieselbe auf der nach außen gerichteten flachen Seite eine schwache mit zahlreichen kleinen Härchen dicht besetzte Vertiefung, während die beiden Außenränder ihrer ganzen Länge nach mit steifen, borstenförmigen ... Haaren ... besetzt sind .... Dieser Apparat wird Körbchen genannt.“ Unlängst wiederholt derselbe Autor in einem von ihm geschriebenen kleinen Lehrbüchlein die gleiche Abbildung, die eine vollständige Behaarung wie auf der Innenseite zeigt, und denselben unrichtigen Text und bildet unter vielen anderen Unmöglichkeiten die Bürstenreihen auf einem Metatarsus ab, der nur ein Drohnenmetatarsus sein kann. Der Sperrdruck findet sich nicht im Original.

gang des Pollensammelns bei Hummeln und Bienen beobachtet, und glaubte auch in der Hauptsache hinter das Geheimnis gekommen zu sein, und zwar im wesentlichen auf Grund von Beobachtungen an Meliponen und Trigonen, jenen tropischen stachellosen Bienen, von denen ich vor ungefähr zehn Jahren einige Völker längere Zeit lebend in Deutschland hielt. Bei den *Meliponidae* liegen die Verhältnisse nämlich insofern einfacher, als wir bei ihnen weder die regelmäßigen Bürstenreihen an der Innenseite der Metatarsen, noch, wie früher schon ausgeführt, die sogenannte Wachszange, gebildet aus dem Kamm und dem Fersenhenkel (siehe Fig. 41), vorhanden sehen, wie das auch auf der Fig. 4 zum Teil in die Erscheinung tritt. Wenn auch der Kamm in besonderer geteilter Gestalt ausgebildet ist, so fehlt doch der Fersenhenkel. Und doch tragen auch die Meliponen und Trigonen Pollenhöschen in ihren besonders breiten Körbchen heim und noch dazu ganz gewaltig große, so daß die kleinen Tierchen mit den mächtigen Pollenhöckern auf den Beinen einen fast komischen Anblick gewähren. Auch Wachs und Kittharz wird von ihnen in derselben Weise, d. h. in den Körbchen gesammelt. Mit großer Sicherheit konstatierte ich

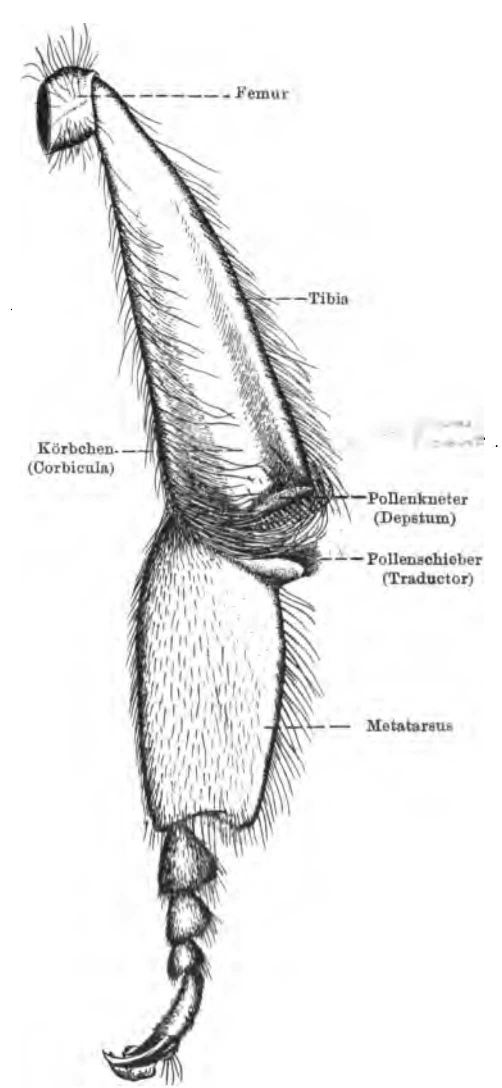


Fig. 42.
Außenseite des linken Hinterbeines der Arbeitsbiene.
(Nach Casteel mit zum Teil veränderten Bezeichnungen.)

nun, daß das „Höseln“ der beiden letztgenannten Substanzen ausschließlich in der Weise vor sich geht, daß das mittlere Beinpaar allein das Hineindrücken und Aufpacken in die Körbchen besorgt, genau so, wie wir diese Beinbewegung auch bei der Honigbiene sehen (Fig. 44). Da letztere ebenfalls das zähe, nur langsam zu behandelnde Kittharz, wie sich leicht beobachten läßt, genau so höselt, wie es die *Meliponidae* tun, so schloß ich, würde auch das Pollensammeln in derselben Weise ausgeführt werden. Reines Wachs wird jedoch von der *Mellifica* z. B. von im Freien liegenden Wabenstücken unter gewöhnlichen Bedingungen sehr selten gehöselt. Im Stock wird abgebissenes Wachs anscheinend nur zwischen den Mandibeln transportiert. Die *Meliponidae* tragen übrigens nach meinen Beobachtungen Wachs oder Propolis auch zwischen den Mandibeln in ihr Heim ein.

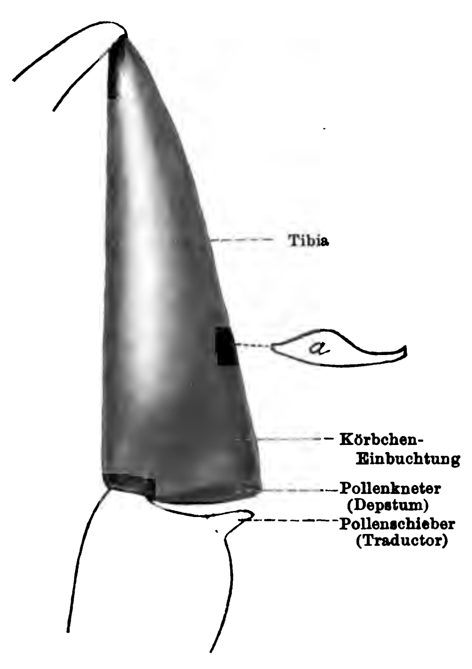


Fig. 43. (Original.) Die Außenseite der Tibia des linken Hinterbeines der Arbeitsbiene. Die Randhaare sind entfernt, um die Bildung des Körbchens zu zeigen.

a = Querschnitt durch die Tibia an der bezeichneten Stelle zur Darstellung der Wölbung.

Und doch, ich war nicht unbefangen genug (d. h. voreingenommen durch die Vorgänge bei den stachellosen Bienen und getäuscht durch das Sammeln des Kittharzes bei der *Mellifica*) an die Pollensammlungsmethode bei der Honigbiene herangegangen, die in der Hauptsache grundverschieden von den bisher geschilderten Vorgängen verläuft.

Die sogenannte Wachszange. Es müssen hier noch einige Worte über die sogenannte „Wachszange“ gesagt werden, die sich, wie schon erwähnt, aus dem Kamm und dem Fersenhenkel zusammensetzt. Durch Bewegungen des Metatarsus bildet sich eine Art Zange, die geeignet erscheint, die zwischen den Bauchsegmenten ausgeschiedenen Wachslamellen (s. nächstes Kapitel) zu erfassen. Schon vor mehr

als 20 Jahren hatte ich mich gegen die Wachszange entschieden, da ich sie niemals in der beschriebenen Tätigkeit beobachten konnte. Ich sah immer nur beim Wachsschwitzen bzw. Bauen ein Hinstreichen der Hinterbeine unter das Abdomen, ohne mit absoluter Sicherheit Klarheit zu gewinnen. Ich war daher überzeugt, daß Dr. Dönhoff (1854a u. 1860) recht hatte, daß die Bürsten an den Metatarsen (Fig. 41) zum Herausziehen der Lamellen dienen und gab damals meiner Überzeugung auch Ausdruck (s. nächstes Kapitel). Wir finden die gleiche Feststellung bei Vogel (1880), Kellen (1890) usw.

Da aber die beiden erwähnten Gebilde einen Zweck haben mußten und die sehr bestimmten, sogar mit Abbildung erläuterten Angaben eines so glänzenden Beobachters wie François Huber (1814)



Fig. 44. Honigbiene die Pollenballen durch das mittlere Beinpaar festdrückend bzw. andrückend. (Nach Casteel.)

vorlagen, daß wir hiermit eine Wachszange im geschilderten Sinne besäßen, so wandte ich mich eine Zeitlang der Möglichkeit zu, daß Kamm und Henkel nebenher auch zu diesem Zwecke dienen könnten. Mein bald aber wieder erwachendes Mißtrauen in diese Annahme dokumentierte sich durch die Bezeichnung „sogenannte Wachszange“. Die Erkennung der eigentlichen Bedeutung dieses Apparates hatte ich mir aber durch die vorhin geschilderten Umstände selbst verbaut.

Erst im April 1913 (ich war auf einer Forschungsreise lange abwesend) erhielt ich durch Casteels Arbeit (1912) Kunde von der bereits Ende 1911 erfolgten Aufklärung dieser Verhältnisse durch Sladen (1911, 1912a—g). So konnte ich erst im letzten Sommer 1913 die gleich zu schildernden Vorgänge einer Prüfung unterziehen

und mit größter Befriedigung über die endliche Lösung des Problems — bestätigen.

Fängt man eine Hummel, die verschiedenfarbigen Pollen einträgt, was bekanntlich bei der Honigbiene ganz außerordentlich selten passiert, während man es bei den *Bombus*-Arten leichter konstatieren kann, so beobachtet man folgendes. War bereits dunkel gefärbter Pollen in den Körbchen vorhanden und fängt man die Hummel auf einer hellen Blütenstaub spendenden Pflanze, so zeigt sich, daß die Hauptmasse des Hinzugesammelten nicht oben auf den dunklen aufgepackt ist, sondern an der Basis des Ballens am unteren Ende des Körbchens eben oberhalb des Kammes (Pecten) angefügt worden ist, also offenbar durch Vermittelung dieses Kammes, den ich von nun an als Pollenkamm bezeichnen werde. Der Pollenballen vergrößert



Fig. 45. Honigbiene mit dem Pollenkamm des rechten Hinterbeines den Blütenstaub aus der Bürste des linken Hinterbeines herauskämmend. (Nach Casteel.)

sich demnach von unten und das Hinzukommende schiebt das bereits Vorhandene auf der glatten! Körbchenfläche allmählich nach oben.

Nun erhellt sich auch das eingangs geschilderte vermeintliche Aneinanderreiben der Metatarsen. Fig. 45 zeigt uns eine Biene, wie sie mit dem Pollenkamm des rechten Hinterbeines, der in dieser Stellung nach innen vorragt, den Pollen aus den Bürstenreihen des linken Hinterbeines herauskämmt, und natürlich bei der Abwärtsbewegung des linken Hinterbeines das Umgekehrte bewirkt. Es bedarf nun lediglich eines Geradestreckens des Beines und leichten Hinaufbiegens des rechten bezw. linken Metatarsus und die breite höckerige Fläche des Fersenhenkels (Dorn, Auricle) (s. Fig. 41) faßt unter das vom Pollenkamm Gesammelte und drückt bzw. schiebt es in das Körbchen hinein. Die vermeintliche Wachszange ist also ein Pollensammlungsapparat. Da dieses Abbürsten naturgemäß sehr

schnell vor sich geht, entsteht der Eindruck des erwähnten Aneinanderreibens, während dabei tatsächlich der Pollen von den Bürstenreihen abgekämmt und durch den Fersenhenkel nach oben und außen! in die Körbchen gedrückt, geschoben, überführt wird. Ich bezeichne daher den vermeintlichen „Dorn“ der „Wachszange“ gemäß seiner wirklichen biologischen Bedeutung als den Pollenschieber,

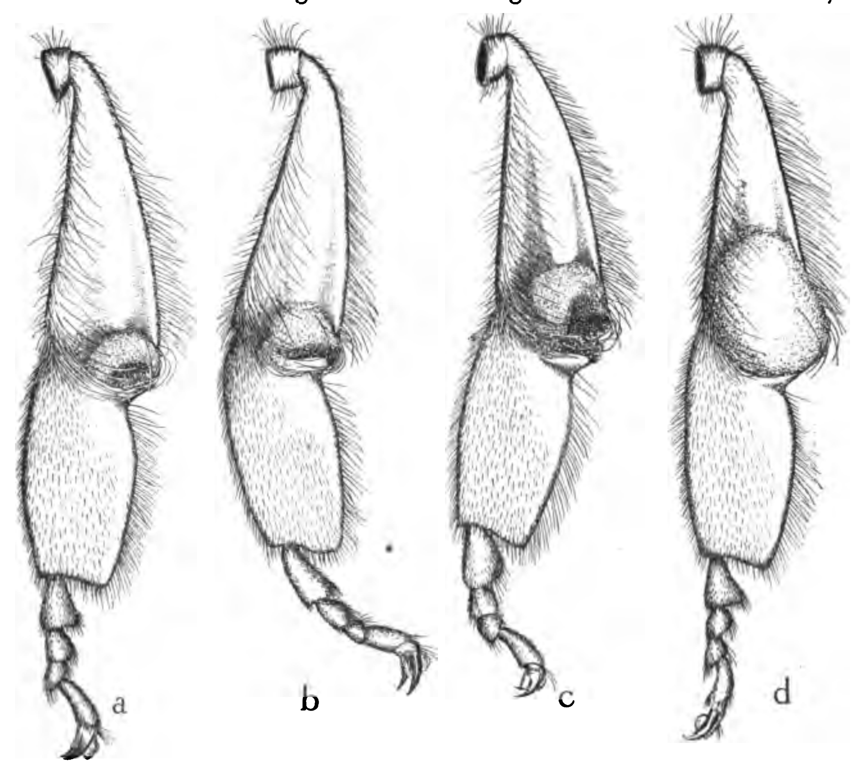


Fig. 46. Das Anwachsen der Pollenballen durch die Schubmethode von unten. Der Pollenballen rutscht dabei auf dem glatten Boden des Körbchens allmählich nach oben. (Nach Casteel.)

Pollenüberführer (Traduktor). Bei dieser Überführung in das Körbchen geschieht aber zugleich noch etwas Wichtiges und Vorteilhaftes. Der Traduktor preßt bzw. knetet die locker aneinanderliegenden Pollenkörner bei der Aufwärtsbewegung gegen die Unterfläche der Tibia (Fig. 42 u. 43) und diese nun besser zusammenhaftende Pasta wird durch noch weitere Aufwärtsbewegung des Traduktors unter Mithilfe seiner Außenhärchen in den unteren am tiefsten ausgehöhlten Teil des Körbchens geschoben, wo einige wenige ganz kleine kaum sichtbare Härchen und eine sehr große, nach unten gebogene Borste, die

auf den Casteelschen Abbildungen deutlich erkennbar ist, offenbar ein besseres Haften des kleinen, beginnenden Pollenpäckchens bewirken. Der Hauptzweck jener Tibiaunterseite ist also der, das sehr vorteilhafte Zusammenkneten des Blütenstaubes zu bewirken. Ich schlage für diesen biologisch wichtigen Teil der Tibia die Bezeichnung Depstum (depsere kneten) vor[1].

Auf diese höchst merkwürdige und verschmitzte Art und Weise sehen wir nun ein Anwachsen der Pollenballen von unten, wie es uns die Fig. 46 vorführt.

Die „Wachszange" ist damit abgetan, sie hat sich zum einen Teil in einen Kämm- und Schubapparat für den Pollen und zum anderen in eine Pollenpresse, bewirkt durch den Traduktor und das Depstum, verwandelt.

Beim Pollensammeln benutzt die Honigbiene sowohl die Mandibeln als auch die beiden vorderen Beinpaare mit gewissen Modifikationen je nach der Blütenart. Es ist bezweifelt worden, daß die Mandibeln beim eigentlichen Sammeln gebraucht werden, sie sollen nur zum Kneten und Anfeuchten des Pollens dienen. Das Anfeuchten geschieht angeblich durch die Sekrete der Speicheldrüsen oder durch Honig. Die Biene öffnet geeignete Blüten aber geradezu mit den Mandibeln und streift bei solchen Blüten den Pollen mit den Mandibeln ab; ob Speichelsekrete hinzutreten, ist sehr fraglich, jedenfalls wird Honig hinzugetan, wie auch durch chemische Analysen festgestellt erscheint (Casteel 1912). Ferner sieht man das erste Beinpaar eifrig beim Einheimsen beschäftigt. Soweit sich bei den außerordentlich schnellen Bewegungen feststellen läßt, wird der Pollen dabei im wesentlichen von den stark behaarten Innenflächen der Metatarsen der vorderen Beinglieder aufgenommen, auf die Metatarsen des mittleren Beinpaares übertragen bzw. von diesen abgebürstet oder in diese abgestreift, deren Inhalt wiederum von den Bürstenreihen der Hinterbeine aufgenommen wird. Der am Thorax und Abdomen usw. haftende Pollen wird ebenfalls in gleicher Weise gesammelt.

Zweifellos wird aber auch einiger Pollen genau in der Weise gehöselt, wie es die Fig. 44 zeigt, da ich mehrfach Bienen abfing, die oben auf dem Pollenballen noch kleinere Bällchen heimtrugen, die nur durch die abgebildete Beinbewegung in dieser Form und Lage dorthin gekommen sein konnten. Doch ist dieses eine große Aus-

---

[1]) Sladen benennt diesen Teil (1912c) den „receiver" (Empfänger) und „Excipula", gebraucht dann weiterhin nur den Ausdruck „receiver", eine Bezeichnung, die unrichtig erscheint, da das Körbchen (Corbicula) der „receiver" ist. Das Depstum fehlt bei den Meliponen und Trigonen ganz.

nahme und beruht wohl nur auf einer Irrung im Material, da auf diese Weise, wie erwähnt, nur Propolis und Wachs gesammelt wird.

Daß die Blüten bzw. die Antheren, die trockenen Pollen aufweisen, von den Bienen zuvor mit Speichelsekreten oder Honig „bespritzt" werden, um das Aneinanderhaften der Pollenkörner zu bewirken, habe ich nie beobachten können und ich glaube auch nicht, daß die Bienen überall die Fähigkeit haben, „spritzen" zu können; der Honig oder die Sekrete, die abgegeben werden sollen, quellen stets nur in Tropfen aus der Mundöffnung oder dem Rüssel hervor. Nach der Haltung des Rüssels beim Sammeln von relativ trockenem Pollen zu schließen, mag die Ansicht richtig sein, daß der Rüssel die behaarten Stellen der Beine, die in der Hauptsache den Pollen abstreifen, hin und wieder mit Honig benetzt. Der direkt mit den Mandibeln gewonnene Pollen wird offenbar gleich zwischen diesen mit Honig befeuchtet. Die Vermutung, daß der Pollen in der Bürste oder beim Pressen zwischen Traduktor und Depstum oder gar erst im Körbchen durch an diesen Stellen vorhanden sein sollende Drüsen klebrig gemacht würde, halte ich für unwahrscheinlich, und zwar schon auf Grund folgender Beobachtung. Stellt man in pollenarmen Zeiten den Bienen Mehl in einem Behältnis hin, so höseln sie das trockene Mehl mit großem Eifer und großer Geschwindigkeit. Die Pollenballen erweisen sich dann etwas gelblich und feine Zungen spüren einen leicht süßlichen Geschmack, wenn man Teile des Ballens in den Mund nimmt. Bei dieser vollkommen trockenen Materie müßten große Mengen des Drüsensekretes andauernd ausgesondert werden, die doch irgendwie auf oder an den erwähnten Körperteilen sichtbar sein müßten, doch habe ich nie dergleichen gefunden. Ich habe stets unter dem Eindruck gestanden, als ob die Anfeuchtung durch Honig vermittelst des Rüssels und des Mundes geschähe. Immerhin ist diese Sache einer weiteren Untersuchung wert.

Dadurch, daß sich das Körbchen nicht durchweg als eine Aushöhlung erweist, müssen sich gewisse Schwierigkeiten beim langsamen Nachobenschieben des Pollenballens ergeben. Das Anhaften des Pollens an der Unterlage wird naturgemäß dadurch erschwert, daß das Gesammelte aus einer Vertiefung auf eine teilweise gewölbte Fläche gerät. Um das Abfallen der Höschen zu verhindern, ist daher das Anpressen des Ballens durch die in Fig. 44 dargestellte Beinbewegung ein notwendiges Erfordernis. Diese leicht und häufig zu beobachtende Bewegung führte aber, wie geschildert, zu jenen Jahrhunderte andauernden Täuschungen.

Neuntes Kapitel.

Die Vorgänge bei der Wachsabscheidung.

Sehr seltsam hat sich auch die Erforschung der Wachserzeugungsvorgänge abgespielt. Hier wäre man beinahe versucht, von einer Komödie der Irrungen zu sprechen, wenigstens soweit es die versuchte Klarlegung einzelner Gebiete betrifft, aber auch hier liegt die Ermittelung besonderer Verhältnisse nicht leicht, so daß wir, wie schon aus dem vorstehenden Kapitel ersichtlich, erst jetzt völlig klar sehen.

Schon im Jahre 1684 wußte der deutsche Arzt Dr. Martin John (1691), daß das Wachs von der Arbeiterin in Form „kleiner, feiner, länglich-runder, wie Glimmer aussehender Blättchen zu beiden Seiten des Unterleibes aus den dort befindlichen Falten oder Einschnitten“ ausgeschieden wird. Diese Entdeckung geriet völlig in Vergessenheit. Dann war es der Pfarrer Herm. Christ. Hornbostel (Dörverden, später in Hamburg), der nach der Angabe von Treviranus (1829) im Jahre 1724 und nach den Angaben Kleines (1859) und Becks (1894) bereits um das Jahr 1720 gleichfalls das Wachsschwitzen konstatierte. Hornbostel, dessen Beobachtung unter dem Pseudonym Melittophilo Theosebasto (1744) veröffentlicht wurde, wußte genau den Unterschied zwischen dem Klebwachs (Propolis) und dem eigentlichen Wachs, ein Unterschied, der Reaumur (1740) unbekannt geblieben war. Dieser meinte, daß das Wachs von außen eingetragen würde; er hielt den Pollen für Wachsmehl. Dagegen erkannte Hornbostel den Pollen in den Körbchen richtig als solchen, während Swammerdamm (1752), wenn er auch über die Propolis (er nennt es „selbstwachsenes Wachs“, S. 152) orientiert war, den Pollen ebenfalls als das Material ansah, aus dem das Wachs hergestellt würde. Dieser Ansicht waren auch andere hervorragende Gelehrte jener Zeit, z. B. Maraldi (1712). Es handelt sich hier offenbar um sehr alte Überlieferungen, denn in einem durch Caspar Höfler (1614) herausgegebenem Neudruck der 1568 erschienenen Schrift von Nicolaus Jacob finde ich schon die Notiz, daß die Bienen: „das Wachs an jhren Beinlein tragen“, S. 21. Etwas später als Hornbostel entdeckte auch ein Engländer John Thorley (1744) das Wachsausschwitzen. In Deutschland erfreute sich diese Kenntnis offenbar bald schon weitester Verbreitung, denn in den viel gelesenen

Schriften von Schirach (1767) und Christ (1780) finden wir das Wachsschwitzen klar und deutlich beschrieben. „Die Bienen wissen alsdann diese warmen zarten Wachsscheibchen mit ihren Füssen aus ihren Fächerchen mit einer unglaublichen Geschwindigkeit herauszuziehen und ihre Zellen davon zu machen“ (Christ). Wenn Krünitz (1783) in seiner großen Enzyklopädie diese Äußerungen — ohne Nennung Christs — auch wörtlich abdruckt, so spricht er doch noch vom Pollen als dem „Wachsmehl“, aus dem aber kein „wirkliches Wachs“ wird, sondern das zur Ernährung diene.

Der Pfarrer Schirach war ein vortrefflicher Beobachter; wir verdanken ihm unter anderem auch, wie S. 81 erwähnt, die wichtige Entdeckung, daß aus jedem in eine Arbeitsbienenzelle gelegten Ei eine Königin herangezüchtet werden könne. Schirach gründete die „Oberlausitzer Physikalisch-Ökonomische Bienengesellschaft“ und veröffentlichte als „Sekretär“ des Vereins in dessen Abhandlungen auch die Hornbostelsche Beobachtung und zwar im Jahre 1767. Wie sich nachweisen läßt (Kleine-Huber 1859, S. 77), stand Schirach mit dem französischen Naturforscher Ch. Bonnet in Briefwechsel. Am 22. August 1768 schrieb Wilhelmi, Schirachs Schwager, an Bonnet: „Erlauben Sie mir, eine kurze Mitteilung der neuen Entdeckungen anzuschließen, welche die Lausitzer Gesellschaft gemacht hat. Bisher hat man geglaubt, daß die Bienen das Wachs durch den Mund von sich gäben; jetzt hat man aber beobachtet, daß sie es durch die Ringe des Hinterleibes ausschwitzen“ usw. Dieser Brief findet sich abgedruckt in dem Werke von François Huber (1814), übersetzt von Kleine (1859, 1867). Huber fügt hinzu: „Der Verfasser dieses Briefes nennt den Naturforscher nicht, der diese wichtige Beobachtung gemacht hat; wer er aber auch sein mag, er hätte es verdient, bekannter zu sein“... „Der Name des Lausitzer Bienenzüchters, der diese höchst wichtige Entdeckung machte, ist nicht auf uns gekommen.“

Hiermit überträgt Wilhelmi die Ehre der Entdeckung, anscheinend ohne jede Begründung, der Lausitzer Gesellschaft. Jedenfalls hätte er auch Hornbostel erwähnen müssen. Ch. Bonnet spricht daher, da Wilhelmi keinen Namen nannte, nur von „einem Lausitzer Bauern“, Cheshire (1886) von einem „französischen Bauern aus der Lausitz“, da Cheshire die Lausitz offenbar in Frankreich vermutete; Cowan (1891, 1908) gibt „deutscher Bauer“ und „Lausitzer Bauer“ an, dabei wird aus Wilhelmi = Willelmi bei den beiden letztgenannten und die Jahresangabe wird bei beiden 1745 (also ein Jahr nach Thorley) und die Wachslamellen werden an falschen Seg-

menten gezeichnet (s. weiterhin). Es dürfte an der Zeit sein, daß dieser seit fast 150 Jahren in der Literatur weitergeführte „Lausitzer Bauer“ verschwindet und an seine Stelle Hornbostel und der Förster Johann Urban gesetzt werden. Hornbostels Entdeckung ist seit langem schon gewürdigt, aber die Vermutung, daß er mit dem „Lausitzer Bauern usw.“ identisch sei, ist nicht richtig, denn tatsächlich hat ein Mitglied der „Physikalisch-Ökonomischen Bienengesellschaft in Oberlausitz“ ebenfalls diese Entdeckung gemacht. Schirach (1767) schreibt nämlich, nachdem er in den erwähnten Abhandlungen den Hornbostelschen Befund, der „so viele Jahrhunderte denen großen Naturforschern verdeckt geblieben“, zum Teil geschildert: „Aber welche Demüthigung für die prahlerhaften Gelehrten! wenn ich hier billig gelegentlich erzehle, daß diese nemliche Entdeckung ein neues Mitglied, den wir am letzten Johannisconvente aufnahmen, Namens Johann Urban, ein Förster aus Thräne, vor langen Jahren gehabt hatte. Unwissend, daß es uns schon bekannt war, erzehlte er diese Wahrheit. Und zur Bestätigung derselben holte er so gleich eine Biene und zeigte uns die weissen Blättgen unter deren Schuppen ohne Mühe. Und so bleiben oft Wahrheiten in mysteriösen Bienenvätern verborgen.“

Der mysteriöse Lausitzer Bienenzüchter hat nunmehr einen Namen bekommen und es kann jetzt mit Sicherheit geäußert werden, daß Hornbostel-Urban alle späteren Erwähner des Wachsschwitzens: Schirach, Christ usw. und auch John Hunter (1792) beeinflußt bzw. erst aufmerksam gemacht haben. Ein Jahr darauf — 1793 — konnte auch François Huber (1814) die Entdeckung des „Lausitzer Bienenzüchters“ bestätigen.

Wo wird das Wachs ausgeschieden? Die Feststellung des Wachsausschwitzens ist eine recht leichte. Man braucht nur einige Bienen während der Zeit des Wabenbauens umzudrehen, und man sieht sofort die Wachslamellen zwischen den Segmenten. Trotzdem waren die Irrungen noch nicht zu Ende. Huber (1814) gibt nämlich an, daß die Wachsblättchen zwischen den vier mittleren Segmenten ausgeschieden würden. Latreille (1821) bestätigt es, während Dumas und Milne Edwards (1844) lediglich in exakter Weise die Umwandlung des Zuckers in Fett (Wachs) im Leibe der Bienen sicherstellen. Dieser Irrtum von den mittleren Segmenten läuft durch verschiedene der neueren Lehrbücher der Bienenzucht, aber auch durch einzelne wissenschaftliche Werke bis zum heutigen Tage, trotzdem Dr. Dönhoff bereits vor langen Jahren sich „auf das Bestimmteste überzeugt, daß die Wachsschuppen und die Wachsblättchen

an den vier untersten Ringen vorkommen" (1855). Dönhoff versteht hier unter „Wachsschuppen" die Membran, auf der die Blättchen ausgesondert werden. Auch Claus (1867) und Carlet (1890) haben auf die richtigen Vorgänge hingewiesen, insonderheit aber Dreyling (1903 u. 1904, 1904 a, 1905, 1905 a). In bezug auf die Morphologie muß ich auf die Arbeiten Dreylings, wie auch auf Zander (1911), der das Wesentliche reproduziert, verweisen. Jener Irrtum verdichtete sich zu graphischen Darstellungen (Fig. 47) in Werken über Anatomie und Physiologie der Biene (Cheshire 1886, Cowan 1891, Arnhart 1906, letzterer auch in Alfonsus 1905). Auch später (1908) bleibt Cowan bei dieser falschen Ansicht in einem umfangreichen Werke, das ausschließlich über das Bienenwachs handelt. Die richtigen Ausscheidungsstellen sehen wir auf der Fig. 48.



Fig. 47. Falsche Darstellung der Wachsausscheidung an den Bauchsegmenten der Arbeitsbiene. (Nach Cowan.)



Fig. 48. (Original.) Richtige Darstellung der Wachsausscheidung.

Die kleinen, papierdünnen Lamellen, die in der Tat wie halbdurchsichtige Glimmerblättchen aussehen, sind in Wirklichkeit nicht so auffällig, wie es die Zeichnung angibt, da sie glatt anliegen und die bräunliche Farbe der Segmente etwas durchschimmert.

Abnorme Wachsausscheidung bei der Honigbiene. Als eine sehr große Seltenheit ist es zu betrachten, wenn die zarten Wachsblättchen durch Umstände, die in einer Überernährung bei mangelnder Bautätigkeit begründet liegen, zu relativ mächtigen Blöcken anschwellen.

Es war am 8. September 1906, als ich, von einer längeren Reise zurückgekommen, meine Beobachtungsstöcke aufsuchte. Bei zwei Völkern bemerkte ich eine auffällige Erscheinung. Fast jede zehnte Biene zeigte eine merkwürdige, gestaltverändernde Anhaftung am Abdomen. Ich griff einige und fand eine so ungeheuerliche Wachssekretion, daß die zu dicken schimmernden Blöcken angewachsenen

Lamellen die Sternite weit auseinandergetrieben hatten (Fig. 49), so daß unwillkürlich der Gedanke auftauchte, die Bienen müßten starke Pein erleiden. Aber sicherlich war das nicht der Fall, denn mit der Last, deren sie sich mit Leichtigkeit hätten entledigen können, flogen sie offenbar ganz ungehindert auf Tracht aus. Merkwürdig war es, daß der Flug auch nicht dadurch behindert wurde, daß die Blöcke höchst unregelmäßig verteilt saßen. Unter 30 solcher Wachsklumpenschwitzer waren nur zwei, die alle acht Wachsblöcke noch besaßen. Wenn man die beiden obersten Wachsblöcke auf dem dritten Segment mit den Ziffern 1 und 2 bezeichnet und so weiter zählt, so zeigten sich unter anderem folgende Verhältnisse: Wachsblöcke vorhanden bei 1, 2, 3, 4, 8 oder: 1, 3, 4, 5, 6 oder: nur bei 5, 6, 7 oder 8 allein usw.



Fig. 49. (Original, schematisch.) Abnorme Wachsausscheidung. Zwischen den Wachsblöcken die stark emporgehobenen Bauchringe = a. Man beachte die starke Verschiebung auch der Rückensegmente und die dadurch bewirkte Formveränderung des Abdomens.

Trotz dieser unregelmäßigen Belastung flogen die Bienen, wie erwähnt, ganz ruhigen, geraden Fluges auf die noch vorhandene Heidetracht aus. Ich erwähne dieses Regulierungsvermögen, da man früher schon ausgiebige Betrachtungen über die Notwendigkeit der Gewichtsverteilung angestellt hat; es seien auch die Pollenhöschen deshalb stets gleich groß usw.

Die Blöckchen saßen recht lose und das Bodenbrett war bei diesen beiden Völkern mit den Wachsblöcken besät.

Über die Ursachen dieser außergewöhnlich starken Abscheidung vermag ich nur die vorstehende Ansicht zu äußern. Vorher war außergewöhnlich heiße Witterung gewesen, die sich allmählich wieder abzukühlen anfing.

Die beiden in Betracht kommenden Korbvölker waren mittelstark und hatten ihre Waben etwas über die Hälfte hinuntergeführt, aber trotz der starken Wachserzeugung war nur wenig frisch gebautes Wachs vorhanden, trotzdem auch kleinere Völker während der Heidetracht gern zu bauen pflegen. Bei den übrigen Völkern, die in Kastenbeuten saßen, zeigte sich die Erscheinung der überstarken Wachssekretion nicht!

Da mir in der wissenschaftlichen Literatur die Erwähnung eines solchen Falles, der, wenn er früher beobachtet wäre, Jahrhunderte

dauernde Irrtümer glatt beseitigt hätte, nicht bekannt war, forschte ich in der Imkerliteratur nach und fand, soweit natürliche Verhältnisse in Frage kommen, nur eine Notiz von Dzierzon (1852), daß er „öfters Bienen, bei denen die Wachsblättchen zu ganzen Klumpen sich angehäuft haben", beobachtet hätte. Leider fehlt jegliche nähere Angabe; so läßt sich nicht viel damit machen, da auch kartondicke Wachsschuppen schon als „gewaltig starke" angegeben werden. Dagegen hat Dönhoff (1854) experimentell, „um zu sehen, was aus den Blättchen werde, wenn die Bienen nicht bauen", durch Einschließen eines kleines Volkes bei starker Fütterung, Blättchen erzielt, die „gewiß die achtfache Dicke der Normalblättchen hatten, die man bei bauenden Schwärmen findet. Die Wachsblättchen traten weit zwischen den Ringen hervor und ballten sich bei mehreren Bienen zu förmlichen Klumpen, die aber noch immer die Grundform des Blättchens erkennen ließen".

Das Merkwürdige ist in meinem Falle, daß die Völker frei flogen.

Wie gewinnt die Biene die Wachslamellen zur Verarbeitung? Aus dem vorhergehenden Kapitel ist ersichtlich, daß die dort geschilderte und abgebildete „Wachszange" zum Pollentransport in die Körbchen dient; auch nebenher hat sie offenbar mit dem Hervorziehen und Ingebrauchnehmen der Wachslamellen nichts zu tun. Wie Dönhoff (1854a) bereits angibt, ist der Hergang beim Bauen immer wie folgt: „Die bauende Biene streicht einigemal mit dem einen Hinterfuß über den Hinterleib, an dem man übrigens keine Wachsblättchen bemerkt. Indem sie alsdann den Fuß zurückzieht, sieht man das in seiner Wölbung und seinen eckigen Seiten genau das Interstitium zweier Hinterleibsringe nachahmende Wachsblättchen an der Bürste des Hinterbeines hängen; mit einer wahren Jongleurgeschicklichkeit bringt sie nun das Wachsblättchen mit den Vorderbeinen zwischen die Zangen" (Mandibeln) „also, daß die schmale Seite zwischen denselben steckt; indem die Biene nun kaut, wobei die Vorderfüße das weit vorstehende Blättchen immer mehr in den Mund schieben, sieht man an der hinteren Seite des Mundes das gekaute Blättchen als eine mehr geballte Masse zum Vorschein kommen. Ist nun ein Teil des Blättchens in diese geballte Masse verwandelt, so klebt sie dieselbe an eine Zelle an. Dann zerkaut sie wieder einen Teil des noch vor dem Kiefer vorragenden Blättchens, klebt wieder an und wiederholt dies vier- oder fünfmal, wo dann das Blättchen ganz verwendet ist. Nun wird der ganze Vorgang, der vielleicht zwei Minuten dauert, wiederholt."

In seinen vortrefflichen „Beiträgen zur Bienenkunde" kommt Dönhoff dann nochmals (1860) auf diese Verhältnisse zu sprechen: „Die Bienen holen mit dem Hinterfuß die Wachsblättchen aus den Behältern heraus. Mit dem Fuße scheinen sie die beiden ersten Ringe nicht so erreichen zu können, daß sie die Blättchen aus den Behältern holen könnten, da sie dem Ansatzpunkt der Beine zu nahe liegen. Dies scheint mir der Grund, weshalb die beiden ersten Ringe keine Wachsorgane haben."

Diese Beobachtung des ausgezeichneten und anerkannten Bienenforschers ist auch die vorherrschende in der Imkerliteratur. So sagt auch Vogel (1880) in seinem Lehrbuch: „Die bauende Biene zieht sich ein Wachsblättchen, indem sie mit einem Hinterfuße über die Bauchseite des Hinterleibes streicht, mit der Bürste hervor. Sehr geschickt bringt sie das Wachsblättchen dann mit den Vorderfüßen zwischen die Kiefern..." usw. In Dathes' Lehrbuch (1892), dessen wissenschaftlich-theoretischer Teil meiner Redaktion unterlag, heißt es: „Während andere Tiere das Fett unter der Haut ablagern, schwitzen die Bienen dasselbe durch die vier unteren Schuppen der Bauchhalbringe in Gestalt feiner Blättchen, bringen diese mit den Füßen zwischen die Beißzangen, kneten sie weich und fügen das so bereitete Wachs an das Wachsgebäude."

Von einer „Wachszange" ist hier überhaupt nirgend die Rede. Diese Wachszange hat eigentlich nur im Auslande (Frankreich, England, Amerika) seit François Hubers Zeiten andauernd als ausschließliches Organ für diesen Zweck ihr Dasein gefristet (siehe weiterhin). Soweit ich zu ermitteln vermochte, ist Huber der Entdecker der „Wachszange" (1814). Er bildet sogar, wie schon erwähnt, eine Biene ab, wie sie gerade mit der bewußten Zange sich ein Wachsblättchen aus den Hinterleibsringen zieht. Die ausgezeichnete Beobachtungsgabe Hubers bzw. Burnens, seine sehr bestimmten Angaben, die schon geschilderte Unkenntnis der wirklichen Bedeutung von Pollenkamm und Pollenschieber, die aber doch einen Zweck haben mußten, haben dann, wie ich wiederhole, dazu geführt, die Ansicht kräftiger auszulösen, daß auch die Zange dem Zwecke des Herausziehens der Wachslamellen dienen könne, wenngleich, wie schon im vorigen Kapitel bemerkt, begründete Bedenken vorlagen. Bestimmend für diese zeitweilige Ansichtsänderung war auch folgendes. Im Jahre 1902 beobachtete ich, daß die Hummeln das Wachs auch auf dem Rücken ausschwitzen (1903) und da die Hummeln, wie erwähnt, ebenfalls eine gleichartige „Wachszange" besitzen, wollte es, gerade wegen ihrer Außenlage, einleuchtend erscheinen,

daß ein Abstreifen vom Rücken nur mittels der „Wachszange“ möglich sei.

Es ist der Amerikaner **Snodgrass** (1910), der jüngst in seiner „Anatomy of the Honey Bee“ gegen die „populäre“ (?) Auffassung von

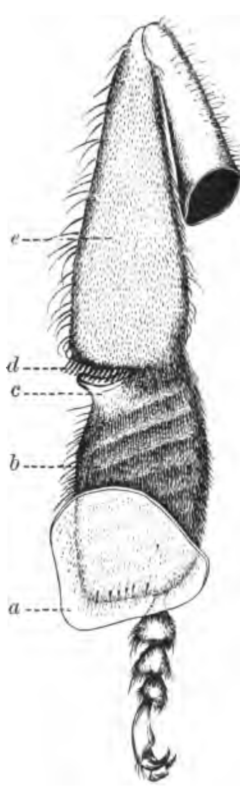


Fig. 50.
Wie das Wachsblättchen *a* von gewissen Borsten auf dem Bürstengliede *b* des linken Hinterbeines der Arbeiterin erfaßt wird; *c* Pollenschieber, *d* Pollenkamm, *e* Tibia. (Nach Casteel.)

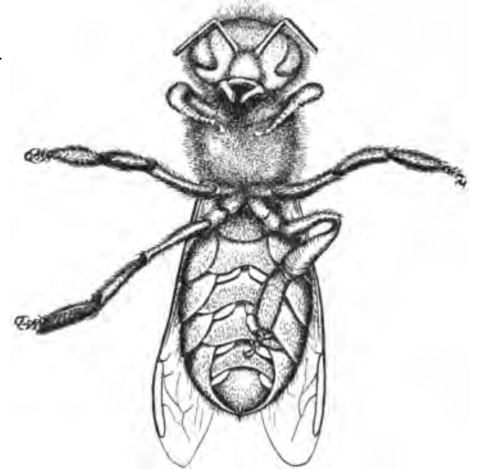


Fig. 51. Bauchansicht einer Arbeiterin, die im Begriffe ist, ein Wachsblättchen mit der Bürste des linken Hinterbeines zu entfernen. (Nach Casteel.)

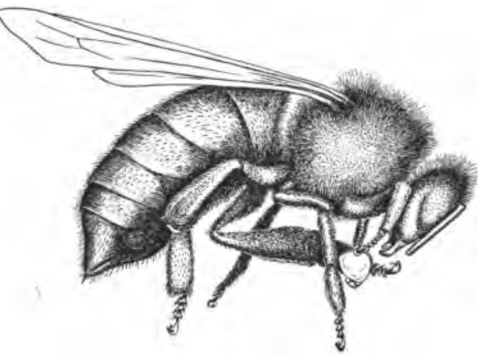


Fig. 52. Seitenansicht einer Arbeiterin, die ein Wachsblättchen zum Munde führt. (Nach Casteel.)

der Bedeutung der Wachszange, in durchaus irrtümlicher Ansicht, den vermeintlich erstmaligen Einspruch erhebt, beobachtet zu haben, daß die Bienen die Wachsplättchen mit den gewöhnlichen Haaren oder Dornen (hiermit sind offenbar die kräftigeren Haare gemeint) der Tibien oder Tarsen herausgezogen und dann mit den Füßen unter

dem Körper nach den Mandibeln weiter befördert hätten. Auch Casteel (1912a) erwähnt in seiner vortrefflichen Broschüre in Unkenntnis der Dönhoffschen und mehrfachen sonstigen Angaben nichts davon, daß dieser Modus in Deutschland schon lange bekannt war und präzisiert seine Beobachtung dahin, daß bei dem Herausholen nur die Bürste der Metatarsen, und zwar nur gewisse Borsten am Ende der Bürste (Fig. 50) in Frage kämen. Seine Angabe, daß die Arbeiter nicht die Wachslamellen bei anderen Bienen herausholen, ist zweifellos richtig. Casteel hat den uns schon bekannten Vorgang in ausgezeichneter Weise illustriert. In Fig. 51 sehen wir die Manipulation des Herausziehens eines Wachsschüppchens und in Fig. 52 die schon von Dönhoff (1854a) geschilderte „Jongleurgeschicklichkeit“, mit der die Biene das Wachsblättchen mit der „schmalen Seite“ und mit „Hilfe der Vorderbeine“ zwischen die Mandibeln bringt.

Bei diesem Zerkauen und Kneten der Wachsblättchen zwischen den Mandibeln verliert sich die Durchsichtigkeit und das Material erlangt das typische Aussehen des Wachses.

Vom Wesen der Honigbiene.

Zehntes Kapitel.

Die Sinne der Biene.

I.

Der Ortssinn, Orientierungssinn, die „Heimkehrfähigkeit", der kinästhetische „Winkelsinn", Raumsinn usw. Man hat seltsamerweise das Vorhandensein eines Ortsgedächtnisses bei den solitären Bienen (J. H. Fabre 1882) und bei den sozialen Bienen (Bethe 1898 usw.) angezweifelt und das Orientierungsvermögen (nicht nur der Bienen) einem rätselhaften Richtungssinne (J. H. Fabre 1882; Wlad. Wagner 1907; G. Bonnier 1909 usw.) oder einer „unbekannten Kraft" (Bethe 1898), auch einem reflektorisch wirkenden kinästhetischen „Muskelsinn" (Piéron 1904) oder mit kinästhetischen Einflüssen arbeitendem Winkelsinn (Cornetz 1911) zugeschrieben. Die Arbeiten von Piéron und Cornetz beziehen sich auf Ameisen. Eine ausführliche Darlegung (Butt.-Reep. 1900) versuchte die Unhaltbarkeit der vor 1900 erfolgten oben angegebenen Bewirkungsursachen zu beweisen. Bezüglich der Solitären geschah es schon früher (John Lubbock 1891; Aug. Weismann 1895 usw.), auch teilweise schon bezüglich der Sozialen (Romanes 1885; Lubbock 1891). Es kann hier nicht auf die sehr umfassende Literatur über das Ortsgedächtnis der Insekten eingegangen werden, sie findet sich in den vorstehenden Quellen verzeichnet (s. hierzu auch Peckham 1887; Wasmann 1899; Butt.-Reep. 1903, 1907, 1909a; Kathariner 1903; Ed. Claparède 1903; Wlad. Wagner 1904; Giltay 1904, 1906; Detto 1905; Forel 1910; Zander 1913; Kafka 1913 usw.). Die Angabe Kafkas (die Quelle wird nicht genannt), es stünde fest, daß die „Beleuchtungsverhältnisse und namentlich die Richtung der Lichtstrahlen wesentlich zur Orientierung der Bienen beitragen", muß ich bezweifeln für die Orientierung im Freien unter normalen

Verhältnissen, auf die es hier ankommt, während es für die Ameisen nachgewiesen erscheint (Santschi 1911). Meines Wissens liegen auch keine diese allgemeine Fassung zulassenden Beobachtungen vor. Der bei den Bienen nachgewiesene positive Phototropismus spielt im Freien bezüglich des Ortsgedächtnisses wohl kaum irgend eine Rolle. Ich glaube auch nicht, um das gleich hier zu erledigen, daß die Kinästhesie in irgend einer Form beim Orientieren der Bienen auf ihren Ausflügen herangezogen werden kann, jedenfalls dürfte sie keine irgendwie in Betracht kommende Rolle spielen. Vielleicht begradigt sie aber den Flug? Kafka (ebenda) schreibt: „Der geradlinige Flug der Bienen vom und zum Nest auf große, oft kilometerweite“ (? v. B.) „Entfernungen legt nämlich die Annahme nahe, daß die Einhaltung einer so präzisen Orientierung analog wie bei den Ameisen auf einem in erster Linie durch kinästhetische Daten vermittelten »Winkelsinn« beruht, der es den Tieren ermöglicht, eine ideale Richtungslinie zu verfolgen und jede Abweichung von ihr zu kompensieren. Auf diesen Winkelsinn ist es offenbar auch zurückzuführen, wenn die Bienen einen Umweg, der ihnen durch ein Flughindernis aufgezwungen war, nach dessen Entfernung noch eine Zeitlang beibehalten (v. Buttel-Reepen), ebenso wenn sie in manchen Fällen zu einem in eine neue Umgebung versetzten Stock oder zu einer bestimmten Ausflugsstelle zurückzukehren vermögen, ohne zuvor einen Orientierungsausflug unternommen zu haben.“ Den letzteren Vorgang habe ich (1900) auf Orientierung durch die Augen und dicht beim Stocke auf Geruchseinwirkungen zurückzuführen gesucht und es scheint mir, daß diese Annahme sich mit dem Verhalten der Bienen deckt. Im vorhergehenden finde ich einen inneren Widerspruch mit dem besonders durch Cornetz (1911) befürworteten Winkelsinn der Ameisen. Cornetz beobachtete z. B. eine Ameise, wie sie vom Neste *N* fast geradlinig 20 m weit bis zu einem Punkte *A* lief, dort fast im rechten Winkel abbog, 18 m weit, wo Cornetz ihr Zucker *Z* hinwirft. Mit einem Stückchen beladen, geht die Ameise nun wieder, fast *A* erreichend, annähernd im rechten Winkel zurück. „Nie habe ich“ (Cornetz) „in einem solchen Falle eine direkte Schließung des Dreiecks mittels einer geradlinigen Rückkehr *Z*—*N* beobachtet“ ... „Also Gedächtnis zweier Orientierungen! Also Aufnahme zweier Richtungen mittels des Sensorium.“ *Z*—*N* wäre aber die „ideale Richtungslinie“ gewesen, die auch von der Biene alsbald wohl zur Ausführung gelangt wäre. Hier liegt also ein anderes Verhalten bei den Ameisen vor. Die Orientierung der Bienen vollzieht sich nach meiner Ansicht in der Hauptsache durch

das Sehvermögen, alle anderen Faktoren spielen durchaus eine Nebenrolle. Die vortrefflich ausgebildeten Sehorgane und die mächtigen Lobi optici weisen unmittelbar auf ihre starke Inanspruchnahme hin.

Was ist das Ortsgedächtnis? Ein Aneinanderreihen, und zwar ein sinngemäßes, also geordnetes Aneinanderreihen von Erinnerungsbildern (Engrammen) (Semon 1904). Beim Fluge folgen sich diese „Engramme“ in bestimmter Reihe, ein Bild schließt sich an das andere an und im „Gehirn“ der Biene werden diese Erinnerungsbilder aufgespeichert. Mit diesen Engrammen arbeitet das Ortsgedächtnis. Beim Vorspiel (S. 114) sahen wir die jungen Bienen aus dem Flugloch herauskommen, sich umdrehen und, den Kopf dem Stocke zukehrend, auf und nieder, hin und her schweben und Kreise bzw. Spiralen ziehen. Soweit ist alles instinktiv, aber der Zweck des Verfahrens ist ein individuelles Aufspeichern von Ortsbildern. Die Biene lernt ihren Stock und die Umgebung kennen. Hier gesellt sich zum Instinktiven der individuelle Erfahrungsschatz, der Beginn individuell verschiedenartiger psychischer Qualitäten.

Wirft man junge Bienen, die noch kein Vorspiel gehalten haben, 30 bis 40 m vom Stande in die Luft, so finden sie, namentlich wenn Gebüsche, Häuser usw. dazwischen liegen, nicht in ihren Mutterstock zurück, läßt man dagegen alte Feldbienen, die schon weit und lange ausgeflogen sind, innerhalb 3 bis 4 km von ihrem Heim entfernt unter normalen Bedingungen fliegen, so finden sie alle zurück.

Weite des Flugkreises. Unter gewöhnlichen Umständen kann man annehmen, daß die Bienen sich innerhalb eines Kreises von 3 bis 4 km vom Stocke zu orientieren pflegen. Hier kommt aber bei einer derartigen Abmessung nur das flache Land oder schwach hügeliges Terrain in Betracht. Steht ein Stand in einem von hohen kahlen Bergen umschlossenen engen Tal, so versteht sich, daß die Orientierung im wesentlichen nur in der Talrichtung gehen wird, mit anderen Worten: die Flugrichtung und damit die Orientierung wird im wesentlichen durch die Gegend bzw. die Tracht bedingt. Eröffnet sich eine sehr reiche Tracht (Raps, Esparsette usw.) in größerer Entfernung als 3 bis 4 km, beispielsweise in nördlicher Richtung vom Stande, so werden besonders die während dieser Tracht in den Felddienst eintretenden Bienen (S. 114) sich in der Hauptsache nach Norden orientieren, da sie nach jener Seite fliegen werden. Erst nach Beendigung dieser Haupttracht wird ein Suchen nach weiteren Nektarschätzen nach allen Richtungen vor sich gehen und demgemäß eine allgemeine Orientierung stattfinden. Man kann also

auf die Frage nach der Flugweite der Bienen, nicht einfach mit einer Kilometerzahl antworten, sondern es handelt sich darum, wie weit und wohin die Tracht die Bienen hinausgelockt hat, da diese, wie gesagt, weit über die gewöhnliche Orientierungsperipherie hinauszuziehen vermag. So sind Fälle bekannt geworden (vgl. Butt.-Reep. 1900, S. 30), die ein Fliegen der Bienen nach 5, 6, ja über 7 km weit entfernten Nektarschätzen feststellen ließen. In diesen Fällen war in der näheren Umgebung keine Tracht vorhanden. Angenommen, die Bienen eines südlich gelegenen Standes wären aus 6 km Entfernung zu einem Buchweizenfelde geeilt, so hindert nichts, anzunehmen, daß auch von einem nördlich ebenso weit gelegenen Stande Bienen dorthin geflogen seien. Würde man nun ein Volk von dem Süd- zu dem Nordstande bringen, so würden die Südbienen alsbald auch von dort aus die reiche Nektarquelle des Buchweizenfeldes ausfindig machen, dort aber plötzlich in bereits bekannte Gegend geraten und alter Gewohnheit gemäß nach dem Südstande zurückfliegen. In diesem durchaus möglichen Falle hätten also die Bienen eine Strecke von 12 km durchflogen. Die Tracht und die damit verbundene Orientierung bestimmt also die Flugweite.

Der Orientierungssinn der Königin und der Drohnen. Weder Königin noch Drohnen fliegen auf Tracht aus, orientieren sich aber vortrefflich, da sie ebenfalls ein Vorspiel halten usw. Ein Verfehlen des Heims würde für erstere sicheren Tod bedeuten, für die Drohnen allerdings nicht, da sie Kosmopoliten sind und sich leicht auf andere Stöcke verfliegen, wo sie stets freundlich aufgenommen werden, während eine fremde Königin sofort abgestochen wird. Aus diesem Verfliegen aber auf ein schlechtes Orientierungsvermögen zu schließen, erscheint nicht richtig, da viele Beweise eines ausgezeichneten Ortsgedächtnisses vorliegen.

Da die Meinungsverschiedenheit unter den Biologen über das Vorhandensein eines Ortsgedächtnisses bei den Bienen (wie auch bei Wespen, Ameisen) erledigt sein dürfte, wie ich aus der fast ausnahmslos zustimmenden Kritik meiner ausführlichen Arbeit hierüber (1900) sowie aus einer Reihe von Versuchen anderer Beobachter annehmen darf (Peckham 1887, 1898; Turner 1908 a–b, 1911; Wasmann 1909; Forel 1910 usw.), so hat es keinen Zweck, in eine weitere eigentliche Beweisführung einzutreten.

In der imkerlichen Praxis wird stets mit dem Ortssinn gerechnet. So wird beispielsweise beim Ausflug der Königin das Flugloch, falls es sich nicht schon durch besondere Färbung von dem der Nachbarstöcke oder sonstwie unterscheidet, durch das Vorstecken eines

grünen Zweiges oder durch ein anderes auffälliges Signal gekennzeichnet, damit nicht durch eine Irrung ein Verfliegen stattfinde. Ein Sinn aber, der einer Irrung unterliegen kann, muß jedenfalls vorhanden sein.

Das Betäuben der Bienen bietet neben den vielen anderen erwähnten positiven Beweisen noch einen weiteren negativen Beweis. Betäubt man Bienen mit Salpeterdämpfen, Äther, Chloroform usw., so verlieren sie ihr Ortsgedächtnis. Während die Bienen sonst — innerhalb des gewöhnlichen Flugkreises auf einen anderen Platz versetzt — auf die alte Stelle zurückfliegen, so benehmen sich betäubt gewesene Bienen anders, sie bleiben im allgemeinen dort, wohin sie gebracht werden und fliegen nicht wieder an die alte Stelle zurück, sie vergessen das frühere Heim. Wenn man aber vergessen kann, so muß man etwas zum Erinnern besessen haben.

Der Schwarmdusel, der, wie geschildert, beim Ausschwärmen die Bienen ergreift, bewirkt ebenfalls ein momentanes oder länger dauerndes bzw. ständiges Vergessen der bisherigen Erinnerungsbilder, denn wir sehen den Schwarm überall dort bleiben, wo ihm sein Heim angewiesen wird, z. B. unmittelbar neben dem Mutterstock. Keine Biene fliegt in den Mutterstock zurück. Nur wenn die Königin verloren gehen sollte, bevor junge Larven erzeugt sind, zieht das Volk wieder in den Mutterstock ein. Hier werden also durch die Weiselunruhe (S. 183) die verloren gegangenen Erinnerungen wieder geweckt, die alteingeschliffenen Nervenbahnen werden aufs neue befahren und freudig brausend (sterzelnd) ziehen die Weisellosen wieder in das alte Heim ein. Sind aber schon junge Larven da, so erziehen sich die Bienen eine neue Königin und der Schwarm bleibt, wo er ist.

Bei der Betrachtung dieser Verhältnisse ergibt sich als Wesentliches, daß neue Ortseindrücke die alten verdrängen, oder mit anderen Worten: alle die Vorgänge, die es bewirken, daß die Bienen ein Orientierungsvorspiel am neuen Ort halten, verursachen damit auch zugleich ein eventuell ständiges Erlöschen des früheren Ortsgedächtnisses. Da nun der Schwarmdusel und das Betäuben der Bienen, das Baden der Bienen mit kaltem Wasser oder langes Innensitzen im Winter usw. ein Orientierungsvorspiel bewirken, so ist schon durch diesen Vorgang allein ein Vergessen bzw. Zurückdrängen der bisherigen Ortseindrücke gegeben. Bringt man ein Volk in einen anderen Flugkreis und reizt die Bienen durch Fütterung zu allgemeinem Vorspiel, so kann man es schon nach zwei bis drei Wochen in den alten Flugkreis zurückbringen

und auf einen neuen Platz stellen. Die neuen Eindrücke haben sehr häufig die alten verwischt. Die Zurückgebrachten halten ein neues Vorspiel und nur wenige werden sich auf den alten Platz verfliegen. So erklärt sich auch die eigentümliche Tatsache, daß Völker an kalten Herbsttagen, wenn keine Tracht mehr vorhanden ist, disloziert werden können, ohne daß ein irgendwie in Betracht kommendes Zurückfliegen an die alte Standstelle statthat (vgl. auch Bienenzeitung 1865, S. 196). In solcher andauernden Trachtlosigkeit bei kühler Witterung ist der Flug nämlich sehr schwach. An sonnigen Herbsttagen aber sieht man die Bienen stets vorspielen und dicht beim Stande kreisen, offenbar um die durch das längere Innensitzen abgeflaute Orientierung aufs neue — rein instinktmäßig — aufzufrischen. Hierbei geschieht dann bei etwaiger Dislozierung ein Aufspeichern der neuen Ortseindrücke und das Verweilen am neuen Platz ist gesichert. Man kann aber auch sehr schlechte Erfahrungen mit derartigem Wechseln des Standortes machen, wenn nämlich plötzlich ein außergewöhnlich warmer Tag einsetzt und sich irgend eine Tracht bietet, da eilen die Bienen ohne genügende Orientierung fort und kehren auf den alten Standort zurück.

Verharren alter Eindrücke. Geschieht kein neues Vorspiel, so bleiben unter gewöhnlichen Verhältnissen die alten Eindrücke offenbar sehr lange Zeit erhalten. Jedenfalls sind viele Beweise vorhanden, die ein Haftenbleiben der Erinnerungsbilder über Winter — also durch drei bis vier Monate — zeigen (Butt.-Reep. 1900).

Über den **„Richtungssinn“** Gaston Bonniers und seine **„Staatsvernunft“** bei den Bienen, wie auch über den **„Richtungssinn“** Wlad. Wagners und den Richtungssinn bei den Menschen s. Anmerkung 4, S. 256 ff.

II.

Farben- und Formensinn. Die Erinnerungsbilder besitzen Farben und Formen und so ist anzunehmen, wie ich aus langjährigen eigenen Beobachtungen schließen muß, daß die Bienen die Farben und Formen zu unterscheiden vermögen. Das Vorhandensein dieser Sinne erscheint denn auch oft nachgewiesen (vgl. Herm. Müller 1882, 1885; Lubbock 1883; Buttel-Reepen 1900, 1907; Forel 1901, 1910; Andreae 1903; Kathariner 1903; Giltay 1904, 1906; Detto 1905; Lovell 1910, 1913; Turner 1911a, 1912; Allard 1911; S. O. Mast 1911; v. Dobkiewicz 1912 usw.).

Können die Bienen die Farben als solche unterscheiden? Seit Sprengel (1793) ist die Ansicht herrschend, daß die Farbe der Blumen für die Blüten besuchenden Insekten vorhanden sei und man hat im allgemeinen nicht daran gezweifelt, daß diese Insekten die Farbe mit einigen Modifikationen sähen, wie wir sie sehen. Nun hat seit mehreren Jahren C. Hess (1909, 1912, 1913, 1914, 1914a, b) auf Grund ausgezeichneter und vielseitiger Beobachtungen den Beweis zu führen gesucht, daß alle Wirbellosen, wie auch die Fische, keinen Farbensinn haben, sondern daß sie die Farben nur nach Helligkeitswerten unterscheiden, sich also verhalten hinsichtlich ihrer Sehqualitäten wie ein total farbenblinder Mensch, dem sich alle Farben nur als grau von verschiedener Helligkeit zeigen. Ich verweise hier insbesondere auch auf die umfassende, grundlegende „Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes" (1912), in der Hess auch die auf die Bienen und verwandte Insekten bezügliche einschlägige Literatur aufführt.

Es ist nicht zu leugnen, daß die zum Teil leicht nachzuahmenden Experimente von Hess, der auf das gründlichste in der wissenschaftlichen Farbenlehre bewandert ist, einen außerordentlich beweisenden Eindruck für seine Theorie machen.

Insbesondere hat sich v. Frisch (1912, 1913, 1913a) bemüht, die Hesssche Beweisführung zu widerlegen (s. a. v. Frisch und Kupelwieser 1913). Wenn ich noch einigen Glauben hege, daß es den Bienen doch vielleicht gegeben sei, die Welt der Farben jedenfalls nicht in der Weise Totalblinder zu schauen, so geschieht es zum Teil in Berücksichtigung der letzten Arbeit von v. Frisch (1913b), insbesondere aber auf Grund der Experimente von Friedr. W. Fröhlich (1913, 1913a), die mit Augen eines wirbellosen Tieres (Cephalopoden) angestellt wurden. Fröhlich konnte die sehr wichtige Tatsache konstatieren, daß beispielsweise die Farben Rot und Blau bei gleicher Lichtintensität ganz verschiedenartige Erregungen (Aktionsströme) im Auge verursachen, die sich in durchaus differenten Kurven manifestieren. Da — nach Fröhlich —, das Nervensystem auf Reize verschiedener Intensität und Frequenz verschieden reagiert, so ist anzunehmen, daß diese verschiedenartigen „Prozesse als physiologischer Ausdruck eines Farbenunterscheidungsvermögens der Cephalopoden anzusehen sind. Es kann sich dabei nicht bloß um eine Farbenunterscheidung handeln, welche nur auf einer Wahrnehmung von Helligkeiten beruht". Wie die Tiere die Lichter verschiedener Wellenlänge wahrnehmen, kann natürlich weder durch die Fröhlichsche noch durch die Hesssche Unter-

suchung festgestellt werden. Jedenfalls scheint mir die Hesssche Methode trotz ihrer ausgezeichneten Durcharbeitung auf Grund der wissenschaftlichen Farbenlehre und trotzdem zweifellos innerhalb dieser Methode alles für einen Lichtsinn analog oder ähnlich dem eines total farbenblinden Menschen spricht, nicht ausreichend zu sein, um diese wichtige Frage endgültig zu entscheiden, da die Wirkungen der verschiedenen Wellenlänge auf das Zentralnervensystem usw., die nun einmal die verschiedenen Farbenerscheinungen verursachen, nicht zur vollen Auswertung (Aktionsströme) gelangen. Hess hat z. B. folgendes festgestellt: Bienen, die sich in einem planparallelen Glasgefäß befinden und die stets dem Hellen zuzustreben pflegen, laufen merkwürdigerweise der blau beleuchteten Seite zu und nicht der roten, obgleich diese uns viel heller erscheint. Sie benehmen sich hierin also genau wie ein total Farbenblinder, dem auch blau heller erscheint als rot. Wurde nun aber die rote Seite stärker beleuchtet, so eilten die Bienen dorthin. Wir können aber nicht wissen, wenn schließlich die beiden Farben so abgestimmt werden, daß sie einem total Farbenblinden gleich erscheinen und er sie demgemäß miteinander verwechselt, ob diese Verwechselung auch den Bienen passiert, da möglicherweise auch bei den Bienen — wie bei den Cephalopoden — trotz gleicher Lichtintensität verschiedenartige Aktionsströme bewirkt werden, die differente Empfindungen auslösen. Wir können diese Ansicht hegen, selbst wenn wir sehen, daß die Bienen bei derartiger Abgestimmtheit sich gleichmäßig auf die beiden Farben verteilen, da der Lichtstrebungsdrang (Heliotropismus) sehr wohl gesondert von der Farbenempfindung auftreten könnte und tatsächlich auftritt. Dieser Tropismus muß, so glaube ich, stets als eine ganz für sich auf eigenen Bahnen laufende Eigenschaft aufgefaßt werden. Ich habe schon in einer früheren Arbeit (1903, Zusatz I, S. 75) darauf aufmerksam gemacht, daß „Physiologie ohne Biologie" manchmal nicht zu überzeugenden Resultaten führt. So scheinen mir unter anderem folgende Versuche von Hess nicht beweisend zu sein. Hess schreibt (1913): „Bei Bienenzüchtern herrscht bekanntlich vielfach der Brauch, die Umgebungen der verschiedenen Fluglöcher eines Standes mit verschiedenen Farben zu streichen, und die Meinung ist verbreitet, den Bienen würde hierdurch die Erkennung ihres Flugloches erleichtert." Um diese Ansicht zu prüfen, brachte Hess unter anderem farbiges Papier usw. mit den nötigen Kautelen vor das Flugloch eines Stockes. Einige Modifikationen werden hier nicht berührt. Nachdem die Bienen sich durch längeren Flug daran gewöhnt, wurde die Maske an eine unmittelbar

anstoßende „große leere Kiste“ befestigt und eine andersfarbige Maske als Ersatz gegeben. Die Bienen flogen trotz der veränderten Farbe „nach wenigen Sekunden“ ruhig in ihre alte Behausung.

Besonderes Orientierungsvermögen. Diese Bedingungen sind nicht einwandfrei. Da die Bienen die Form beachten, müßten zwei ganz gleich aussehende Stöcke gewählt werden, da ferner der bewohnte Stock auf derselben Stelle stehen bleibt, kommen die Bienen gar nicht zu einer den Flug wesentlich beirrenden Unsicherheit, sie fliegen an der gewohnten Stelle unbehindert durch alles ein. Wie ich bereits früher (1900, S. 62—64) nachwies, scheinen die Bienen ein besonderes Orientierungsvermögen zu besitzen, das an die relative Lage des Flugloches gebunden ist. Setzt man z. B. einen Stock plötzlich während eines starken Fluges um 15 bis 20 cm höher, so suchen die Bienen trotz des unmittelbar vor ihnen sich befindenden stark mit Bienen besetzten Flugloches, das sich überdies durch das Volksgeräusch und den starken Nestduft verrät, an der Stelle nach dem Eingang, wo sich früher das Flugloch befand. Noch nach einer Reihe von Stunden, bei schwachem Flug oft noch am anderen Tage, findet man dort suchende Bienen und erst allmählich findet ein Eingewöhnen statt. Nimmt man während eines starken Flugtages den Stock ganz weg, so suchen die Bienen an der Stelle in der Luft, wo das Flugloch früher war.

Die besondere Art und Weise der Orientierung ergibt sich auch aus folgendem. Verfehlt eine schwer beladene, ermüdete Biene das Flugloch, indem sie sich an der Wand des Stockes etwa 30 cm vom Flugloch entfernt niederläßt, so läuft sie nun keineswegs immer von dort in das Flugloch hinein, sondern nach einer kleinen Ruhepause erhebt sie sich wieder, fliegt einen bis einige Meter weit in bogen- oder spiralförmigem Fluge in die gewohnte Orientierungsbahn (Flugbahn) wieder hinein und landet nun sicher im Flugloch. Es handelt sich also um keine Einzelorientierung, sondern um relative Beziehungen, um Situationskomplexe, die ihre eigenen psychischen Qualitäten besitzen. Ich muß auf meine ausführlichen Darlegungen (1900) verweisen (vgl. a. Volkelt 1914).

Ganz einwandfrei lassen sich Fluglochfarbenversuche nicht leicht anstellen, da die die Orientierung in der Nähe des Standes unterstützenden Geruchs- und Tonempfindungen als störende Reize einspringen, doch auch diese lassen sich ausschalten. Jedenfalls muß der bewohnte Stock beim Wechseln der Masken nicht auf seiner Stelle stehen bleiben, sondern er muß mit dem anschließend stehenden leeren Stock so weit zur Seite gerückt werden, daß die alte Flug-

lochstelle sich nunmehr genau in der Mitte zwischen den beiden Fluglöchern bzw. den beiden Masken befindet. Auch müssen sonstige biologische Verhältnisse beachtet werden, wie die Orientierungsvorspiele und die gerade waltenden Trachtverhältnisse usw. Je reicher die Tracht, je eifriger arbeiten die Bienen und je unbekümmerter scheinen sie zu solchen Zeiten betreffs etwaiger Stockveränderungen (Maskierungen) zu sein.

Der Lichtsinn der Bienen, d. h. ihr Streben, dem Lichte zuzueilen, der anscheinend, wie gesagt, als gesonderter Reflex (Tropismus) in die Erscheinung tritt, ist auch verschiedenen biologischen Beeinflussungen unterworfen, wie das Hess auch schon zum Teil erkannte. So sind ermüdete und junge Bienen, die noch nicht ausgeflogen waren, unsichere Kantonisten nach dieser Hinsicht und am besten von Experimenten dieser Art auszuschließen. Am geeignetsten erscheinen die sich zum Ausflug anschickenden, die leicht am Flugloch abzufangen sind.

Sind Schwarmbienen besonders positiv heliotropisch? Die Angabe von Kellogg (1903), die eine Rolle in der Literatur spielt (Hess 1912), daß die zum Schwärmen aus dem Stock drängenden Bienen besonders „positiv heliotropisch" seien, ist ein Irrtum. Die vom „Schwarmdusel" erfaßten Bienen stürzen zum Flugloch hinaus. Wenn Kellogg nun die Kappe vom gläsernen Beobachtungsstock abnimmt und sieht, daß die ausschwärmenden Bienen nunmehr in fieberhafter Eile der plötzlich hereinbrechenden Lichtquelle zudrängen, also nach oben gegen die Glaswand stürzen und stets dem Rande der sich auf und nieder senkenden Kappe folgen, weil dort immer die hellste Lichtquelle ist und beim völligen Niederlassen sich jetzt wieder zum Flugloch hinausquetschen, so ist in diesen Momenten nicht ein besonders starker Heliotropismus die Ursache, sondern die Schwärminstinkte drängen die Bienen in das Freie. Ich brauche hier nur auf den früher geschilderten Schwarmakt (S. 120 ff.) hinzuweisen, um diese Angabe zu stützen. Das ist ungefähr so, als wenn man — ein jedes Gleichnis hinkt freilich — einen aufgeregten Verbrecher, der sich verfolgt sieht, die Haustür nicht findet und nunmehr durch ein Fenster hinaussetzt, als besonders positiv heliotropisch bezeichnet. Loeb (zit. nach Hess 1912) macht aus dem erwähnten Schwarmakt einen „Hochzeitsflug"! Es scheint mir, daß auch in diesem Falle die Durcheinandermischung von Tropismen und Instinkten die Verwirrung verursacht.

Das Befliegen künstlicher Blumen ist vielfach bestritten worden insonderheit von Plateau (1906 usw.), doch haben im wesentlichen

die Beobachtungen von Pérez 1903, Andreae 1903, Forel 1910, Turner 1911a, v. Dobkiewicz 1912 usw. dargelegt, daß Artefakte ebenfalls beflogen werden, wie das meiner Ansicht nach aus dem ganzen biologischen Verhalten der Bienen auch natürlich erscheint, da z. B. auch die Farbe der Bienenstöcke beachtet wird (vgl. a. Kathariner 1903). Ob die Bienen die Farben so sehen wie wir, ist nach den vorhergehenden Erörterungen ja zum mindesten fraglich, jedenfalls wissen sie sie zu unterscheiden. Nach v. Frisch (1913 usw.) sollen sie rot und schwarz verwechseln.

Auch Schmetterlinge reagieren auf künstliche Blumen, wie die Beobachtungen von Bedford, Blanchard und Reeker beweisen.

Exner (zit. nach Hess 1912) konstatierte, daß Insekten durch „verknüllte Schnitzelchen farbigen Papiers“, die annähernd den Farben der zahlreich dort blühenden Blumen entsprechen, und die an Grashalmen befestigt waren, verhältnismäßig häufig getäuscht wurden.

Ferton (1905) beobachtete, wie solitäre Bienen weiße Cicadenschaumgebilde, die sich zahlreich auf Cistusröschen befanden, anflogen. In der Nähe und zwischen den Cistusbüschen standen Asphodelus, deren weiße Blüten von den Bienen ausgebeutet wurden. Hier fanden offenbar Irrungen statt.

Was zieht die Bienen zu den Blumen? Ist es die Farbe allein oder die Form, der Duft oder der Reiz des Nektars oder das alles zusammen? Wir sahen vorhin, daß die Bienen weit über den normalen Flugkreis durch den Duft (Nektargeruch) der Rapsfelder usw. hinausgezogen werden können. Zweifellos — ich erwähne nur diesen einen Fall, dem viele andere Fälle zur Seite gesetzt werden können — ist also der Duft ein Anlockungsmittel; ich glaube, daß hier nur der Nektargeruch und nicht der davon ganz unabhängige Blütenduft in Frage kommt. Sehr wohlriechende Blumen, die keinen Nektar und keinen zusagenden Pollen besitzen, bleiben z. B. unbeachtet. In der Nähe ist aber auch die Farbe das Bestimmende, unter besonderen Umständen sogar das einzig Ausschlaggebende, wie gleich dargestellt werden möge.

Assoziation von Eindrücken. Nach meiner Kenntnis der Bienennatur scheint mir der Verlauf der folgende zu sein. Die junge, erstmalig auf Tracht ausfliegende Biene, der jegliche Erfahrung mangelt, dürfte im wesentlichen durch ihr Geruchsvermögen zuerst zu einer Blüte hingelockt werden, deren Farbenschauapparat aber wohl vielleicht instinktmäßig, auch seiner Form nach, eine Anlockung darstellt. Eine Notwendigkeit ist die Blütenfarbe in diesem

Stadium aber nicht, denn wir sehen z. B. das Befliegen ganz indifferent gefärbter Blüten (z. B. wilder Wein, Esche). Hier dürfte nur der Geruchssinn Führer sein. Nun aber konnte ich in ausführlichen Erörterungen (1900) nachweisen, daß die Biene fähig ist, Erfahrungen zu machen und ihr Verhalten darnach einzurichten. Die junge Feldbiene wird also, wenn sie z. B. auf ihrem ersten Sammelausfluge in irgend einer leuchtend gelben Blütenart Nektar findet, mit dieser besonderen Farbe (auch die spezielle Form spielt sicherlich eine Rolle) das Erlangen von Nektar verbinden und beim zweiten und allen folgenden Ausflügen schon von weitem derartigen Farbenflecken zusteuern. Es ließen sich hierfür viele Beweise anführen (vgl. a. Giltay 1904, 1906 usw.). Ich erwähne nur folgende Beobachtung. Ein *Trigona*-Völkchen, das ich mit großer Mühe überwintert hatte, ließ ich an sonnigen März- und Apriltagen zwischen den Scheiben eines Doppelfensters fliegen. Das Fenster befand sich im zweiten Stock. „Um den Trigonen Blumenweide zu gewähren, pflückte ich eine gute Handvoll von *Arabis alpina*-Blüten und legte sie so zwischen das Doppelfenster, daß die Blumenblätter z. T. die äußere Scheibe berührten, damit die an den Scheiben niedergleitenden Trigonen in die Blüten niederfallen mußten. Diese Blüten waren daher im leuchtenden Sonnenschein von außen sehr gut zu erblicken. In das Treiben der Tropenkinder versenkt, bemerke ich auf einmal, wie eine *Apis mellifica* sich dem Fenster nähert und geraden Weges auf die weißen Blüten zufliegt. In handbreiter Nähe verlangsamt sie den Flug, um mit stark gebreiteten Flügeln sich offenbar auf die Blüten niederzulassen. In unmittelbarster Nähe — ob eine Berührung der Scheibe stattgefunden, vermag ich nicht zu sagen — strich sie dann schnell seitwärts davon. Da hier eine Geruchswirkung vollkommen ausgeschlossen ist, kann man nur schließen, daß die Farbe der Blüten die Anziehung bewirkte. Ich bemerke, daß sich am Nachbarhaus an derselben Südostseite ein hoher Spalierbaum befand, der bereits einzelne (weiße) Blüten aufwies" (Butt.-Reep. 1907).

Hier sehen wir also, wie eine Biene, die offenbar bereits an derselben Wandseite des Nachbarhauses aus weißen Blüten gesammelt hatte, in ungefähr gleicher Höhe an meiner Hauswand zu fouragieren sucht und mit dem Erblicken der weißen Farbe der Arabisblüten sofort assoziiert, daß die weiße Fahne ein Wirtshaus bedeutet.

Auf diesen eigentümlichen Lokalisationssinn, der mit überraschend weitgehenden Assoziationen arbeitet, machte ich schon früher aufmerksam. Füttert man beispielsweise Bienen in einem

geöffneten Fenster und schließt es dann, so suchen die Bienen an allen anderen Fenstern an der entsprechenden Stelle nach Honig und bei der betreffenden Beobachtung konstatierte ich, „daß sie auch an den Fenstern des seitlich ungefähr zehn Schritt abstehenden Nachbarhauses ihren Besuch machten“ (1900, S. 48). Fensterform und Honigkost waren also hier assoziierte Eindrücke.

Daß die Farben der Blüten sehr wahrscheinlich erst durch die Erfahrung ihre Wirkung entfalten bzw. nur Merkzeichen sind, ist auch von anderer Seite, z. B. von Forel (1910) betont worden und neuerdings geht auch v. Dobkiewicz (1912) diesen Weg.

Die junge Biene, die nun frühmorgens erstmalig auf Tracht geeilt ist und zuerst von lediglich Pollen gewährenden Blüten angezogen wurde, bleibt, soviel ich aus mancher Erfahrung zu schließen vermag, — ein strikter Beweis ist schwer zu erbringen —, nunmehr viele Ausflüge hindurch beim Pollentragen, wie andere beim Nektarholen. Der schon betonte Stetigkeitssinn tritt auch hier in die Erscheinung. Jedenfalls, das läßt sich mit Sicherheit konstatieren, wechselt eine pollentragende Biene nicht ihre Beschäftigung auf ein und demselben Ausflug und geht zum Nektareintragen oder umgekehrt über. Immerhin konnte ich zum öfteren derlei Ausnahmen konstatieren. Diese doppelte Tätigkeit ist sehr erklärlich, da sehr viele Blüten Pollen und Nektar gewähren, und man sollte eigentlich annehmen, daß immer beide Produkte zugleich eingeheimst würden, wenn eine Blüte beides zugleich bietet. Das ist aber, wie gesagt, nur ausnahmsweise der Fall.

Merkwürdig ist, daß hin und wieder ein einzelnes Volk schon frühmorgens eine offenbar außerordentlich ergiebige Pollenquelle aufgestöbert hat und nun Tausende von Bienen mit mächtigen Höschen andauernd landen, während den anderen Völkern desselben Standes diese Quelle durch viele Stunden hindurch anscheinend verborgen bleibt und beispielsweise erst mittags ein stärkerer Pollenflug einsetzt. Das gleiche ist nicht so sehr selten auch beim Nektarsammeln zu konstatieren. Über das hierbei anscheinend stattfindende Mitteilungsvermögen weiterhin noch einige Ausführungen (S. 194).

III.

Das Sehvermögen der Bienen wird in der Hauptsache durch die beiden mächtigen Facettenaugen (Komplex-, Seiten-, Netzaugen) vermittelt (angeblich Arbeiterin etwa 4000 bis 5000, Drohne etwa 5500, Königin etwa 5000 Facetten), deren starke Beteiligung an den mit

dem Sehen verbundenen psychischen Prozessen, wie schon berührt, auch durch die mächtigen Nervenstränge (*Lobi Optici*) dargelegt wird, die sich vom Oberschlundganglion (Gehirn, Fig. 9 u. 10) zu den beiden Augen ziehen. (Jonescu 1909, Snodgrass 1910, Pietschker 1910, v. Alten 1910, Zander 1911, H. E. Ziegler 1912 usw.)

Neben diesen Facettenaugen besitzt die Biene noch drei Stirnaugen (*Ocelli*, *Stemmata*, Linsen-, Neben-, Punktaugen), deren Funktion noch zu Meinungsverschiedenheiten Veranlassung gibt.

Das musivische Sehen. Während man früher glaubte, daß jedes Einzelauge (Facette) ein geschlossenes, mehr oder weniger umfassendes Bild liefere, hat man seit Johannes Müller (1826) das sogenannte musivische Sehen akzeptiert, d. h. man stellt sich vor, daß das durch ein Netzauge wahrgenommene Gesichtsfeld sich ähnlich zusammengesetzt zeigt, wie ein Mosaikbild, das aus lauter gleich großen verschiedenfarbigen Steinchen hergestellt ist. Ein jedes Steinchen würde dem Gesichtseindruck einer Facette entsprechen. Dieses mosaikartige Sehen bedingt schon eine gewisse Unklarheit, und man darf sich wohl vorstellen, daß eine Biene alle Gegenstände aus einer gewissen Entfernung viel verschwommener sieht als wir, oder doch aller Einzelheiten ermangelnd, aber es wächst die Klarheit des Bildes mit der Zahl der Facetten und ihrer mehr gewölbten Anordnung und der zunehmenden Sehnähe.

Die Bedeutung der Stirnaugen und der Facettenaugen. Namentlich über die Bedeutung der Stirnaugen existiert eine Reihe von Angaben, die stark divergieren (vgl. Butt.-Reep. 1903 und 1903a). Insbesondere haben hier Demoll und Scheuring (1912) eine vorzügliche Übersicht gegeben, deren Kenntnisnahme nicht zu umgehen ist. Die Ansicht dieser beiden Forscher geht dahin, daß „die Ocellen der normalen Funktion der Facettenaugen bedürfen, wenn ihre eigenen Impulse in geordneter Weise wirken sollen“, und diese Impulse bestehen „bei den Imagines in der Förderung der Entfernungslokalisation“. Es ist möglich, daß diese Ansicht einen Teil der Funktionen richtig deutet, aber ich kann meine frühere Angabe, daß auch, nicht im allgemeinen, wohl aber in besonderen Fällen, eine gewisse Beziehung zum Sehen im Dämmern vorhanden zu sein scheint, nicht als irrig ansehen (siehe weiterhin).

Auch Caesar (1912) kommt auf Grund eingehender Studien an Ameisen zur Ansicht, daß „den Ocellen lediglich eine Bedeutung für den Flug, und zwar für das erweiterte Gesichtsfeld bei demselben, zukommt“. Die Stirnaugen genügen nach Caesar nicht für sich allein, sondern sie bilden ein „die Funktion der Facettenaugen wert-

voll ergänzendes Sehorgan insofern, als sie den Tieren ermöglichen, über die Sehbreite der letzteren hinaus noch eine weitere Strecke zu überschauen, also zur Orientierung zum Sehen auf größere Entfernungen zu dienen als die Facettenaugen".

Über das Funktionieren der Stirn- und Seitenaugen können wir nichts anderes wissen, als was sich erstens aus dem Bau der Augen erschließen läßt unter Zugrundelegung der Gesetze der Optik und zweitens durch die physiologischen Vorgänge innerhalb des Augenapparates; drittens durch das, was sich auf Grund von vergleichenden Beobachtungen über die Lebensweise solcher Tiere feststellen läßt, die beispielsweise Stirnaugen besitzen, und solcher, die keine Sehorgane dieser Art aufweisen; viertens was uns Experimente über die Wirkungsweise klar zu machen scheinen, indem man z. B. die Stirnaugen mit dunklem Lack bestreicht und das Benehmen des Tieres vor und nach dem Experiment beobachtet, und fünftens, welche Schlüsse man ziehen darf aus der besonderen Lage der Augen am Kopfe (Sehwinkel, Sehfläche usw.). So, um die letzten Punkte zuerst anzuführen, weisen z. B. die *Ocelli* bei gewissen Heuschreckenarten (*Empusa*, *Locusta cornuta* usw.), wie schon Johannes Müller (1826) bemerkte, durch ihre infolge der über die *Ocelli* hinausgehenden Verlängerung des Kopfes versteckte und im Gesichtsfeld beschränkte Lage darauf hin, daß sie, wie Johannes Müller — und nicht nur für diese Locustiden — meint, nur zur Perzeption ganz genäherter Objekte tauglich seien. Auch Forel (1910), Wasmann (1903 und sonst), wie auch ich (1900, 1903) und zahlreiche andere Autoren vertreten diese Ansicht mit der erforderlichen Zurückhaltung.

Die Beweglichkeit der Augen bei der Biene. Auch bei der Biene stehen die *Ocelli* zum Teil zwischen Büscheln von Haaren, so daß eine nicht unbeträchtliche Beschränkung des Gesichtsfeldes stattfinden dürfte. Allerdings bewegt die Biene ihren Kopf nach beiden Seiten hin und her, wenn sie sitzt; ob das auch beim Fliegen geschieht, dürfte wahrscheinlich, aber schwer nachweisbar sein. Es ist daher nicht ganz richtig, von der „Unbeweglichkeit" der Augen usw. zu reden, wenigstens nicht bei der Biene, und daraufhin besondere Theorien aufzustellen. Wenn die Augen selbst ja auch nicht bewegt werden können, das Blickfeld ist aber auch in der Ruhe durch die Kopfbewegungen ein wechselndes. Die Bewegungen des Kopfes wurden bisher nicht beachtet, sie sind aber deutlich vorhanden. Tritt man an einen Stock heran, so sieht man, daß viele den Herantretenden offenbar musternde Bienen und auch abfliegende den

Kopf deutlich hin und her bewegen. Man erhält den Eindruck, daß es sich hierbei um Orientierung handelt.

Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung will es daher wenig einleuchten, daß das Sehen in der Hauptsache durch die Stirnaugen vor sich gehen solle, wie das anscheinend ein Experiment Schönfelds beweist (Kolbe 1893). Im Gegensatz hierzu stellte ich fest (Butt.-Reep. 1903, S. 94), daß Bienen, deren Stirnaugen mit schwarzem Lack bestrichen waren, nach wie vor auf Licht reagierten. Wurden die Seitenaugen lackiert und die Stirnaugen freigelassen, so fand auf dem Versuchstisch (1,5 m vom sonnenbeschienenen Fenster) keinerlei Reaktion auf Licht statt. Dieses Experiment harmoniert in seinen Resultaten mit Versuchen an Insekten mit Facettenaugen und *Ocelli*, wie sie von Marcel de Serres (1813), Ant. Dugès (1838), Dönhoff (1855a), Forel (1900 bis 1901, 1901, 1910) und Hesse (1908) vorgenommen wurden (s. a. Demoll und Scheuring 1912).

Das Sehen im Dämmern vermittelst der Stirnaugen. Ohne mich hier auf die anderen Prüfungspunkte näher einlassen zu können, die zum Teil von Demoll und Scheuring erledigt wurden, möchte ich nur noch das Dämmerungsproblem erörtern. Ducke (1903, 1904, 1905, 1905a) konnte unter bezug auf meine Ansicht, daß die Ocellen anscheinend eine besondere Rolle beim Sehen in der Dämmerung ausüben, feststellen, daß unter den zahlreichen im Staate Pará vorkommenden sozialen Wespen nur zwei Spezies: *Apoica pallida Oliv.*, *A. virginea Fab.* eine nächtliche Lebensweise führen, und „gerade diese zeichnen sich vor den anderen Faltenwespen durch ihre verhältnismäßig riesig großen Ocellen in auffälligster Weise aus, was gewiß nicht ohne Zusammenhang mit ihrer nächtlichen Lebensweise ist". Ebenda spricht derselbe Forscher die Vermutung aus, daß die sehr seltene Gattung der *Megalopta Sm.* (den *Apidae* zugehörig), die auffällig große Stirnaugen besitzt, ebenfalls eine nächtliche Lebensweise führen dürfe. Er liefert hierfür den Beweis einige Jahre später (1905). Bei einer verwandten Art (*Megaloptella*) weist Jörgensen (1912) unter Bezugnahme auf die besonders großen Ocellen auf eine nächtliche Lebensweise hin, die dann auch von Schrottky (1912) bestätigt wird. Die für die Beurteilung nächtlicher Sehweise interessante Augenbildung der *Apoica pallida*, die sich überdies in der Formation der Komplexaugen durch außergewöhnlich starke Hervorwölbung charakterisiert, ist von Ducke auch bildlich dargestellt worden (Ducke 1904). Diese Angaben wurden bisher nicht berücksichtigt bzw. übersehen.

Während meines Aufenthaltes in Ostindien 1911/12 fing ich zahlreiche Exemplare der *Vespa doryloides Sss.*, und zwar nur abends bzw. nachts. Ich habe diese Art nie am Tage fliegen sehen. Auch diese Spezies zeichnet sich durch ganz außerordentlich große Ocellen aus, die an Größe die Stirnaugen der *Vespa cincta Fab.* noch beträchtlich überragen, obgleich der Körperumfang dieser indischen Hornisse das Doppelte bis Dreifache der *V. doryloides* beträgt. Auch hier ist ein Zusammenhang mit der nächtlichen Lebensweise unverkennbar.

Auch bei den Ameisen ließen sich wohl zahlreiche Fälle konstatieren, die einen Hinweis besonders großer *Ocelli* auf eine Verwendung bei Nacht festzustellen scheinen. So haben z. B. die Männchen von *Pachycondyla harpax Fabr.* und von *Leptogenys (Lobopelta) elongata Buck.* besonders große Ocellen. Man darf daraus schließen, daß der Hochzeitsflug während der Dämmerung stattfindet, und tatsächlich wurde das Männchen von *L. elongata* abends am Licht gefangen (Wheeler 1900).

Aus allen diesen Verhältnissen heraus erachte ich die Ablehnung des Dämmerungsproblems vom Standpunkt des Biologen aus nicht für haltbar. Wenn Demoll und Scheuring sagen: „Einer ganzen Reihe von Insekten ist ein Dämmerungssehen nicht gegeben, und darunter finden sich die mit den am besten ausgebildeten Ocellen“, so liegen allgemein gültige Beweise hierfür wohl noch nicht vor, da gerade die erwähnten Bienennachtflieger vorerst einmal untersucht werden müßten, was meines Wissens noch nicht geschehen ist.

Es liegt nun nahe, zu schließen, daß die Honigbiene ihrer Ocellen vielleicht auch im dunkeln Stockinneren bedarf, in dem sie die Hälfte ihres Lebens verbringt; doch läßt sich erweisen, daß dieser Schluß nicht zutreffend ist, da sie auch in vollkommenster Finsternis ihre Arbeiten in gleicher Weise verrichtet. Alle Hausarbeiten werden daher durch die anderen Sinne erledigt, das Sehvermögen hat keinen Teil daran.

Wie schon erwähnt, war die frühere herrschende Ansicht von der Bedeutung der Punktaugen die, daß wir es hier mit Organen zum Nahesehen zu tun hätten. Diese Hypothese dürfte nach allem also möglicherweise nicht aufrecht erhalten werden können. Schon Redikorzew (1900) und Hesse (1901) wiesen auf Grund ihrer anatomischen Befunde, ersterer bei der Honigbiene, letzterer bei den Wespen, vor den oben erwähnten Autoren auf eine anscheinend größere Bedeutung der Ocellen hin. Beide Untersucher stellten bei dem mittleren Stirnauge einen sehr verwickelten Bau fest. Dieses

weist nämlich nach Hesse zwei dicht hinter dem Glaskörper liegende Nebenretinae auf und eine weiter abgerückte Hauptretina. Die ersteren dienen — nach Hesse — möglicherweise zur Vermittelung entfernterer Lichtquellen, die letztere wohl zum Sehen in der Nähe. Redikorzew konstatiert bei *Apis* insofern einige Abweichungen, als er diese Nebenretinae mehr als eine Iris betrachtet, und Zavrel (1902) vermag auch bei *Vespa* den Befund von Hesse bezüglich der Nebenretinae nicht anzuerkennen.

Sehschärfe. Für die Stirnaugen kommt aber anscheinend kein scharf begrenztes Bildsehen in Frage, wie es auch für die Facettenaugen, wie schon gesagt, nicht angenommen wird, wenigstens nicht für größere Entfernungen. Die Ansichten über die Sehschärfe der Facettenaugen gehen aber ziemlich weit auseinander und widersprechen sich zum Teil. Ich verweise hier auf die Zusammenstellung nebst Literaturangaben bei Hess (1912, S. 222 ff.). Aus biologischen Gründen muß ich schließen, daß aber in größerer Nähe ein scharfes Sehen möglich sein muß. So entdecken die Bienen mit großer Sicherheit im Anfluge die kleinen von den Hummeln in die Kelchröhren gebissenen Löcher bei Papilionaceen usw. (z. B. *Trifolium pratense*, *Vicia*-Arten, *Symphytum officinale* usw.), ohne die ihnen eine Nektarentnahme bei diesen Arten nicht oder nur ausnahmsweise möglich ist. Ferner können Hummeln und Bienen beim Anfluge anscheinend sehr schnell entscheiden, ob eine Blüte noch Pollen oder Nektar gewährt usw., ohne eine eigentliche Untersuchung vorgenommen zu haben [1]). Solitäre Bienen fliegen mit großer Schnelligkeit und Sicherheit in ihre kleinen Nistlöcher, die sich oft nur als dunkle Punkte markieren. Die Wollbienenmännchen (*Anthidium manicatum*) verfolgen im aufgeregten Zustande gleichwie die *Bombus*-männchen (Butt.-Reep. 1903) oder auch die Drohnen der *Mellifica* (Walter 1854), in der Nähe vorüberfliegende Insekten usw. (s. auch S. 129). Die Art und Weise, wie dieses geschieht, scheint mir für ein durchaus scharf lokalisiertes distinktes Sehen zu sprechen. Zu dem gleichen Schluß gelangt man, wenn man das Nestbauen solitärer

1) Ich beziehe mich hier lediglich auf solche Blüten, die die erfolgte Befruchtung durch eine Farbenveränderung, abweichende Stellung, leichte Formveränderung usw. anzeigen. Diese Unterschiede sind oft geringfügiger Art. Daß das Geruchsvermögen bei dem erwähnten Verhalten anscheinend nicht in Frage kommt, glaube ich aus anderen Beobachtungen annehmen zu dürfen (1907 a). Auf S. 241 werden diese Verhältnisse noch einmal kurz berührt, und es wird darauf hingewiesen, daß die *Apis mellifica* als Blütenanbeißerin, als Dysteleologe nicht in Betracht kommen dürfte (s. auch Butt.-Reep. 1914a).

Bienen, z. B. bei *Osmia papaveris* usw., beobachtet (vgl. Butt.-Reep. 1907).

Sehweite. Etwas größere sich bewegende Gegenstände werden von den Bienen zuzeiten geschärfter Aufmerksamkeit in einer Entfernung von 6 bis 10 m deutlich bemerkt. Geht man z. B. während der Buchweizentracht, die eine hochgradig aufreizende Wirkung auf die Bienen äußert, in der angegebenen Entfernung vor einem Bienenstande vorüber, so kann man die Angriffe der pfeilschnell aus den Fluglöchern Abfahrenden alsbald konstatieren (Butt.-Reep. 1900). Diese Erfahrung macht man auch, wenn der Wind, wie es meistens der Fall ist, entgegensteht, Geruchswirkung also nicht in Frage kommen kann. Die Bienenstände stehen im Buchweizen und in der Heide und meistens auch sonst mit der Flugrichtung östlich. Der Wind ist hier vorherrschend westlich.

Wenn Volkelt (1914) aus vorstehenden Angaben schließt, daß ich durch diese Beobachtung für eine ungefähre Sehgrenze von etwa 6 bis 10 m eingetreten sein dürfte, und eine Bestätigung einer derartigen Sehgrenze in den Darlegungen von Wl. Wagner (1907) findet, der bei Hummeln wohl mit Recht ein deutlicheres Sehen nur bis 1,75 m, und mit Unrecht, wie mir scheint, ein undeutliches nur bis 10 m konstatiert haben will, so möchte ich erwähnen, daß ich mich in der angezogenen Arbeit (1900) nicht über die Sehweite im allgemeinen ausgesprochen habe und die Angaben Wagners, der jenseits der 10 m den ominösen „Richtungsinn" wieder aufleben läßt, widerlegt zu haben glaube (1907a). Volkelt stützt sich zum Teil auf Dietrich (1909), der bei Dipteren ein fein detailliertes Sehen vermittelst der Facettenaugen bis auf 1 bis 2 m annimmt, was ja auch mit obigen Ansichten harmoniert.

Allem Anschein nach orientieren sich die Bienen auf ihrem Fluge nach größeren Bäumen und sonstigen größeren Wegmarken (Kirchturm usw.) schon aus sehr weiter Entfernung. So beobachtete ich, daß Bienen, die hohe Bäume zu überfliegen hatten, hinter denen sich weites, fast flaches Land dehnte, auf dem Rückwege ihren Flug bereits in etwa 250 bis 300 m Entfernung von dem Hindernis hochnahmen, da sie vielleicht schon von dieser Distanz aus die dunkeln Massen und ihre Höhe erblickten. Der Flug ging zu einem Rapsfelde, das ungefähr 1,5 km weit entfernt lag.

Beim Sammeln auf den Blüten wird die Biene sich in der Hauptsache ihrer Facettenaugen bedienen, denn sie kann dieser Beschäftigung folgen, selbst wenn man die Stirnaugen mit Lack bedeckt hat, wie ich durch mehrfache Experimente festzustellen

vermochte; allerdings handelte es sich bei diesen Experimenten um bereits eingeflogene Bienen. „Entfernungslokalisation" im Sinne von Demoll-Scheuring wird also offenbar auch ohne die Stirnaugen korrekt ermöglicht. Vielleicht ist aber die Theorie dieser Autoren zutreffend bei Abschätzung bzw. Lokalisation weiterer Entfernungen (Caesar).

Im ganzen dürfte das Problem der Art und Weise des Sehens bei der Honigbiene noch nicht abgeschlossen sein und weiterer Forschung ausreichenden Stoff zu liefern haben.

IV.

Das Geruchsvermögen. Auf den Geruchssinn wurde schon verschiedentlich Bezug genommen. Die Orientierung der Bienen geschieht nun im Freien nicht nur durch das Sehvermögen, sondern ausnahmsweise auch durch den Geruchssinn (Butt.-Reep. 1900), z. B. in dem Falle, wenn ein Volk aus einem anderen Flugkreise zwischen andere Stöcke gleichen Aussehens gesetzt wird. Die Flugbienen des versetzten Stockes fliegen arglos ab und da sie keinen Orientierungsausflug gehalten, finden sie ihre Wohnung beim Rückfluge nicht sofort heraus. Es scheint dann ein Suchen mittels des Geruchssinnes einzutreten, da jedes Volk seinen eigenen Nestgeruch hat. Auch im vollkommen finsteren Stockinneren dürfte z. B. das Aufsuchen der Pollenvorräte usw., das Erkennen der Königin usw. wohl mittels des Geruchssinnes vor sich gehen, zumal Janet (1910) an den Mandibeln Geruchssinnesorgane entdeckte, die gerade bei diesen Vorgängen von Wert sein dürften.

Die Instinkte, die mit dem Geruchsvermögen verbunden sind, sind recht komplizierter Art. Prüft man auf Grund dieser Instinkte die Angaben, die einen angeblich schlechten Geruchssinn konstatieren, so wollen sie nicht beweiskräftig erscheinen.

Das angeblich schlechte Geruchsvermögen der Bienen ist anscheinend zuerst von Forel im besonderen betont worden. Lubbock, der anfänglich (1883) für einen „scharfen Geruchssinn der Bienen" eintritt, schreibt später (1891) (mir ist nur die 3. Auflage seines Werkes zur Hand), vielleicht unter einer gewissen Beeinflussung durch Forel: „Forel und ich haben gezeigt, daß bei der Biene der Geruchssinn keineswegs sehr hoch entwickelt ist." Das etwas schwankende seiner Ansicht scheint aber aus folgendem Zusatz hervorzugehen: „Jedoch gehören ihre Antennen zu den höchst organisierten." Da man nun bisher der Ansicht war, daß der Geruchs-

sinn in den Fühlern lokalisiert sei (Kraepelin 1883, Butt.-Reep. 1905a, Forel 1910, Zander 1911 usw.), so widerspricht dieser anatomisch-morphologische Befund schon der geänderten Ansicht. Auch Herm. Müller (1882) hält den Geruchssinn für keinen sehr entwickelten (s. auch Kirchner 1911). Irrtümlicherweise bin auch ich nach dieser Richtung als Gewährsmann angeführt worden. Ich habe aber schon vor Jahren (1900) ausdrücklich auf das vortreffliche Geruchsvermögen aufmerksam gemacht unter Beibringung zahlreicher Beweise (s. auch 1907a, 1909), allerdings zum Teil an nicht leicht zugänglicher Stelle und glaube, die speziellen Forelschen Experimente ausgiebig widerlegt zu haben. Der soeben erscheinende Artikel von Zander (1913a) gibt ausschließlich eine Bestätigung meiner Angaben. Nach Abschluß der Arbeit gelangte eine Schrift über die Geruchsorgane der Biene (McIndoo, April 1914) in meine Hände, von der ich mit Genugtuung Kenntnis nahm, da sie weitere Beweise für meine Ansicht liefert. Ich füge am Schluß dieses Kapitels das Nähere an.

Irritabilität der Bienen. Es wird sehr leicht bei Experimenten mit Bienen übersehen, daß es sich hier um ein Wesen handelt, das durch die verschiedenartigsten Reize (z. B. Farben- bzw. Lichteinwirkungen, biologische Abweichungen jeglicher Art, Schütteln, Abkühlung, Anhauchen, Einsperrung, Fütterung, strenge Gerüche, Schwarmton, sowie sonstige biologisch bedeutsame Töne [Angstrufe der Königin usw.], Weiselunruhe, Schwarmdusel, Hungern, Mangel oder Vielheit an Stockinsassen usw.) leicht zu beeinflussen, abzulenken, zu „verwirren“, zu „demütigen“, „aufzustacheln“ oder zu „besänftigen“ ist (vgl. auch Butt.-Reep., 1900). Es erscheint mir daher nicht richtig, ein schlechtes Geruchsvermögen anzunehmen, wie es geschehen ist, auf Grund einer von mir gemachten Beobachtung, daß die Bienen im Freien die in einen Weiselkäfig eingesperrte Königin während des Schwarmtumultes nicht beachten (1900, S. 23). Es ist sehr wohl möglich, daß die Königin während des freien Fliegens zwischen den schwärmenden Bienen einen bestimmten Ton von sich gibt, der die biologische Bedeutung hat, die Bienen um sich zu sammeln, oder der lediglich ihre Anwesenheit kundgibt. So besitzt die Königin einen abweichenden Flugton, der von Bedeutung auch beim Hochzeitsflug sein dürfte (vgl. S. 201). Ein Schwarm ohne Königin geht normalerweise, wie früher ausgeführt wurde, wieder in den Stock zurück. Durch das Einsperren in den Weiselkäfig wird möglicherweise ein besonderes Tongeben, auf den die Bienen im Stadium des Schwarmdusels vielleicht instinktiv alleinig achten, und jedenfalls

der Flugton unterdrückt. Wie dem auch sei, jedenfalls liegen hier wie auch bei einer anderen Beobachtung (l. c., S. 24) anormale biologische Abweichungen vor, die keine irgendwie sichere Schlußfolgerung auf ein mangelhaftes Geruchsvermögen zulassen.

Forel stützt seine Ansicht im wesentlichen auf ein Experiment mit in einer Schachtel eingeschlossenen Bienen, die er durch einen Glasdeckel beobachtete (1900—1901, s. a. 1910). Ein Tropfen Honig wurde auf den Boden der Schachtel gebracht und mit einer Halbkugel aus weitmaschiger Drahtgaze bedeckt. Die Bienen fanden nun den Honig nicht, trotzdem sie in unmittelbarster Nähe vorbeiliefen und über die Gaze kletterten, durch die der Honig vermittelst des Rüssels leicht erreichbar war. Forel übersieht hier, wie mir scheint, die Irritabilität der Bienen und das Anormale der Verhältnisse. Ich erwiderte schon früher (1909) unter anderem folgendes darauf: Eingesperrte Bienen sind stets vollkommen verstört, die Reaktionen verlaufen oft in anormalen Bahnen [1]). Beim direkten Berühren (Forel beobachtete, daß, wenn beim Wegnehmen der Gaze die Bienen den Honig direkt berührten, dieser aufgenommen wurde) des Honigs überwiegt der Sammelreiz. Man muß sich auch vergegenwärtigen, daß die Bienen in einem eingeschlossenen Raume — also besonders in ihrer normalen Wohnung — stets von einem meist alles überwiegenden Honiggeruch umgeben sind, daß sie ständig auf Honig lagern, wenn man es so bezeichnen darf, und doch nicht auf diesen Honig außer zur Stillung des Hungers usw. reagieren, denn würde der Sammelinstinkt durch die Nähe des Honigs auch hier ausgelöst, so würden die Bienen allen bereits deponierten Honig stets aufs neue in sich aufnehmen müssen und immer wieder deponieren usw. Das Sammeln des Honigs geht also nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen vor sich, nicht immer und unter allen Umständen. Klingen nicht alle Reflexe (Reize) ungestört zu dem Akkord „Sammelinstinkt“ zusammen, so tritt dieser nicht in die Erscheinung. Die Störung bzw. Aufhebung des Reizes liegt aber in der leichten Erregbarkeit der Biene, sowie in besonderen biologischen Verhältnissen.

Bei dem Schachtelexperiment kommt jedoch, so könnte man einwenden, wohl nicht in erster Linie der Sammeltrieb in Frage, sondern es wäre möglich, daß der Hungertrieb hier die Bienen zum Honig leiten sollte. Nun ist es aber sehr schwer zu sagen, ob der

---

[1]) Ed. Hoffer (1883, S. 88) betont das gleiche für gefangen gehaltene Hummeln. „Deswegen sind alle Beobachtungen an eingesperrten Hummeln nur von relativem Wert.“

Hungerreiz bei diesen verstörten, ermatteten, aufs höchste irritierten, gefangen gehaltenen Bienen wirklich als Reiz in die Erscheinung tritt, ob hier nicht die anderen Reize diesen Hungertrieb so gut wie vollkommen unterdrücken. Sehen wir doch bei vielen Tieren in der Gefangenschaft Verweigerung der Nahrungsaufnahme, und nur das direkte In-den-Mund-bringen der Nahrung vermag dann unter Umständen den Reiz zum Fressen auszulösen.

Haben die Wespen einen besseren Geruchssinn als die Bienen? Verschiedentlich ist darauf hingewiesen worden, daß sich der „mangelhafte" Geruchssinn der Bienen im Vergleich mit dem der Wespen (*Vespa*-Arten) leicht dokumentiere (Forel 1910). Wer hat nicht schon die Belästigung von Wespen beispielsweise während des im Freien eingenommenen Frühstücks empfunden, die sofort die Fruchtmarmelade oder das Obst oder die Honigdose auswittern, während Bienen sich nur höchst selten einzustellen pflegen, dann aber meist in größeren Mengen. Das spricht anscheinend für eine große Überlegenheit der Wespen bezüglich des Geruchsvermögens, und doch ist der Schluß, so glaube ich, kein gerechtfertigter. Immer wieder muß betont werden, daß nur eine Berücksichtigung der Natur, der ganzen Biologie der betreffenden Insekten den richtigen Schlüssel zu dem Verhalten gibt. Und da sehen wir nun bei den Wespen (*Vespinae*), daß ihre Fouragierinstinkte denen der *Apis mellifica* ganz entgegengesetzt verlaufen. Der Kontinuitätssinn (Stetigkeitssinn, Beharrungsvermögen) fehlt ihnen, da sie überhaupt keinen Honig einsammeln (ich sehe hier von *Polistes gallica* ab, wie auch von ausländischen Arten), die von ihnen genaschten Süßigkeiten verzehren sie selbst, den Jungen reichen sie nur animalische Kost. Während die Bienen vom Morgen bis zum Abend beispielsweise durch eine reiche Tracht von der Linde in Anspruch genommen sind, die infolge des Stetigkeitssinnes kaum eine Ablenkung erlaubt, fouragieren die Wespen überall suchend umher, finden hier ein Insekt, eine Raupe oder überreifes Obst, dort etwas Nektar in offenen Blüten, der tiefer liegende Nektar ist ihnen wegen des kurzen Rüssels nicht erreichbar. Ist der Hunger gestillt, streifen diese Raubritter wieder davon auf eine Insektenjagd usw., so stöbern sie überall umher und finden bei diesem planlosen (unstetigen) Fouragieren leicht allerlei Naschbares, daß den anderweitig beschäftigten Bienen entgeht. Wie stark die Bienen durch eine reiche Tracht in Beschlag genommen sind, kann man daraus ersehen, wie ich das früher (1900, 1907a, 1909 usw.) schon angab, daß man während einer solchen ein Gefäß mit Honig unweit des Standes aufstellen kann

und sie beachten ihn nicht. Stellt man den Honig gar unten in den Stock, so kann es passieren, daß sie ihn selbst dort längere Zeit ignorieren!

Aber zu trachtlosen Zeiten sind die Bienen überaus findig, da stöbern sie wohl genau so schnell wie die Wespen alles ihnen Zusagende auf. Ich gab eine Anzahl von Beispielen bei früherer Gelegenheit (1900).

Die vitale Bedeutung des Geruchssinnes. Wie außerordentlich wichtig der Geruchssinn für die Bienen ist, geht auch aus folgenden Erwägungen hervor.

Die Stock- bzw. Volkseinheit basiert in gewisser Weise auf dem Geruchssinn, denn ein jedes Volk hat, wie früher schon erwähnt, seinen besonderen Nestgeruch, und die Insassen eines Stockes erkennen sich an diesem jedem Volke eigentümlichem Geruch. Der Nestgeruch setzt sich zusammen aus den Individualgerüchen der einzelnen Wesen, also, da im normalen Stock alle Insassen Kinder einer Mutter, aus dem Familiengeruch — (daß der Königingeruch ein besonders intensiver, wird weiterhin ausgeführt) —, ferner aus dem Brut- und Futterbreigeruch, dem Wachs- und Honiggeruch (vgl. die ausführliche Auseinandersetzung in der „Reflexmaschinen"-Schrift 1900, S. 4—19). Es ist gesagt worden, daß auch der Propolisgeruch in bezug auf den Nestgeruch in Frage käme. Wollte man aber auch ihn heranziehen, so müßte man mit demselben Rechte auch den Pollengeruch, ferner den Holzgeruch oder den Strohgeruch der betreffenden Wohnung mit in Rechnung stellen. Ich habe hiervon abgesehen, da es sich beim Nestgeruch im wesentlichen um die organischen Elemente seiner Zusammensetzung handelt. Wachs und Futterbrei sind Drüsensekrete und der Honig ist mit Speichelsekreten versetzt, während der Pollen, dessen Geruch sehr minimal ist, kaum durch die Art seiner Aufbewahrung und infolge seiner Durchtränkung mit Honig usw. den Nestgeruch besonders influieren dürfte.

Das Verfliegen der Bienen. Aus der Mischung aller dieser Gerüche bildet sich der Nestgeruch, der allen Individuen anhaftet. Wird eine Biene beispielsweise durch einen Windstoß vor das Flugloch eines Nachbarstockes getrieben, so wird sie dort sofort — anscheinend an dem anderen Nestgeruch — als Nestfremde erkannt und abzustechen versucht. Kommt sie mit voller Honigblase, so streckt sie bei den Angriffen den Rüssel „betteInd" vor, unter Abgabe des Nektars, und wird eingelassen. Es ist sehr merkwürdig, daß solche verirrte Bienen, nicht sofort wieder abfliegen,

wenn sie feindlich empfangen werden, und ihren eigenen Stock aufsuchen. Der Anblick des Flugloches scheint dann aber unter dem Instinkt des Abladenmüssens des gesammelten Nektars geradezu als Zwangsvorstellung zu wirken. Hier stoßen wir jedenfalls auf eine sehr geringe Plastizität des Handelns. Aus Erfahrungen der imkerlichen Praxis geht übrigens mit großer Sicherheit hervor, daß derartig verflogene Bienen unter besonderen Umständen (vgl. 1900, S. 46) im neuen Stocke bleiben. Das Verfliegen kann zu Zeiten sehr stark eintreten, was natürlich stets unerwünscht ist, wenn beispielsweise während der Buchweizentracht Wanderbienenstände hintereinander stehen. Da der Buchweizennektar zuzeiten eine geradezu berauschende Wirkung auszuüben scheint, wird der Orientierungssinn gestört und die Bienen ziehen beim erstbesten Flugloche ein. Diese erstbesten Fluglöcher finden sich an den beiden Enden der Stockreihen und vor allem auf dem vordersten Stande. Infolge der Erfahrung, daß sich die Völker des vordersten Standes auf Kosten der dahinter stehenden an Volk und Honig bereichern, werden beispielsweise die Bienenvölker im Marchfelde bei Wien während der Buchweizenblüte in einer einzigen, oft 3000 bis 4000 Völker zählenden Reihe aufgestellt (Pazas 1893). Aber auch unter normalen Umständen verfliegen sich die Bienen sehr leicht. Steht z. B. ein Volk der gelbgebänderten *A. ligustica* unter 50 Völkern der *A. lehzeni*, so findet man einzelne Italiener in allen Stöcken des Standes. Ich konnte dieses vor langen Jahren auf dem Stande eines Heidimkers feststellen.

Der Königingeruch. Auf die außerordentliche Bedeutung des Geruchsvermögens für die Bienen weist auch die sehr starke Reaktion auf den Geruch der Königin hin. Ich habe hierüber sehr ausführlich früher berichtet (1900, S. 19 ff.). Die Raumverhältnisse gestatten nicht, die gleiche Ausführlichkeit hier anzuwenden.

Entnimmt man einem Volke die Königin, so treten je nach der Stärke des Volkes bald früher, bald später, auch die Tracht spielt hier eine Rolle, die Zeichen der Weisellosigkeit auf. Das Volk fängt an zu „heulen“, wie es in der Imkersprache heißt, zugleich werden die Bienen reizbar und stechlustig. Klopft man an einen entweiselten Stock, der sich seiner Weisellosigkeit „bewußt“ geworden ist, so ist der langgezogene „Klageton“ dem kundigen Ohr deutlich vernehmbar. Am Flugloch sieht man die Bienen, wie unruhig suchend, umherrennen. Sind die Bienen gerade beim Wabenbauen, so gehen sie alsbald zum Bauen von Drohnenzellen über, auch beginnen sie Nachschaffungsköniginnen zu erziehen.

Die Ergatogynen im Bienenstaat. Nehmen die Arbeiter eine zu alte Larve zur Heranzucht der Nachschaffungskönigin (s. S. 81), z. B. eine von 4 oder $4^1/_2$ Tagen, so schlüpft später aus der „Nachschaffungszelle“ eine besonders kleine Königin heraus, die mehr oder minder starke Arbeiteranklänge aufweist. So sind z. B. die sonst gleichmäßig helleren Beine mit dunkleren Flecken versehen, es finden sich Andeutungen der Körbchenvertiefung, die bei der normalen Königin völlig fehlt, die Körbchenhaare sind länger usw. Es lassen sich so allmähliche Übergänge von der Arbeiterin zur Königin nachweisen oder auch künstlich herstellen, indem man mit einem sehr feinen Pinsel verschiedenaltrige Larven aus Arbeiterzellen in Weiselzellen überträgt und umgekehrt, eine Prozedur, die größte Sorgfalt verlangt und viele Mißerfolge zeitigt, da die Bienen häufig die übertragenen Larven beseitigen. Diese Übergangswesen könnte man, da sie Weibchen- und Arbeitercharaktere gemischt aufweisen, als Ergatogyne bezeichnen, wie wir ähnliche Zwischenformen bei den Ameisen kennen (Escherich 1906 a). Ganz vollkommene Königinnen scheinen nur aus bis höchstens $1^1/_2$ tägigen Arbeiterinnenlarven hervorzugehen, vielleicht auch noch aus Larven von ungefähr 2 Tagen, da bis dahin die Arbeiterlarve anscheinend denselben gleichartigen Futterbrei wie die Königinlarve erhält. Bei Larven höheren Alters treten schon die ergatoiden Merkmale mehr oder minder auf. Ich habe mich früher (1911) auf das ausführlichste über diese interessanten Verhältnisse unter Beigabe von Abbildungen verbreitet und muß auf diese Arbeit verweisen.

Weisellosigkeit und Geruchsvermögen. Wenden wir uns wieder dem weisellos gemachten Volke zu, so ergibt sich die vitale Bedeutung des Königingeruches daraus, daß man das Heulen des Volkes unter Umständen sofort zum Aufhören bringen kann, wenn man die Königin in einem mit dichter Drahtgaze umgebenen Käfig, der eine direkte Berührung ausschließt, wieder in das Volk hineinbringt. Der Geruch der Königin genügt dann schon anscheinend, um alsbald wieder Ruhe und Frieden im Staate zu bewirken (Butt.-Reep. 1900).

Setzt man aber die Königin eines anderen Stockes in einen Käfig und bringt diesen in das entweiselte Volk, so dauert es oft länger, bis sich das Volk beruhigt. Der andersartige Geruch löst feindselige Reaktionen aus. Mit leisem Zischen sitzen die Arbeiter auf dem Käfig und beißen in die Drahtgaze hinein. Würde man die Königin jetzt freilassen, so würde sie bald erstochen sein. Erst nach ungefähr 24 bis 36 Stunden, wenn man sieht, daß keine

zischenden Bienen usw. mehr auf dem Käfig sitzen, sondern dieser von ruhig summenden hin und wieder sterzelnden Bienen friedlich belagert wird, kann man die durch einen Kork verschlossene Eingangsöffnung mit dünnem Wachs oder mit einer Zuckerpasta verschließen. Die Bienen nagen sich dann hindurch und befreien die Gefangene, die nunmehr als Ersatzweibchen angenommen ist.

Was ist hier vorgegangen? Man nimmt im allgemeinen an, daß die fremde Königin nach und nach den Neststoff, den Nestgeruch des Volkes angenommen hat, verwittert worden ist, aber es könnte auch sein, daß der offenbar den Bienen stark spürbare Weibchengeruch, der bei der fremden Königin eine individuell andere Note enthielt, namentlich in schwächeren Völkern, seinerseits eine Verwitterung des Volkes vorgenommen hätte, daß die Bienen sich an diesen Geruch gewöhnt hätten, oder aber es ist auch möglich, daß die Königin einfach nur den fremden Nestgeruch verloren hätte, daß demnach der andersartige individuelle Weibchengeruch nicht die große Rolle spielte, die man ihm im allgemeinen zubilligt. Da bei allen Annahmen gewisse Unstimmigkeiten bleiben, wird vielleicht von allen dreien etwas richtig sein. Jedenfalls spielen hier Geruchswirkungen ihre große bedeutsame Rolle.

Es taucht hier auch die Frage auf, wie merken die Bienen den Verlust der Königin? Wie ich das an anderer Stelle (1900, S. 20—26) ausführlich zu begründen versueht habe, läßt sich Sicheres nicht angeben. Es ist möglich, daß der „Hofstaat“ der in den letzten Stunden der Anwesenheit der Königin gerade „diensttuend“ war, die Königin vermißt und nun zu „heulen“ anfängt oder durch Einstellen seines eigenartigen murmelnden Summens die Veranlassung zum Beginn des Heulens gibt; dieser Ton pflanzt sich dann schnell durch den ganzen Stock fort oder der vertraute, plötzlich fehlende Geruch der Königin mag zum Teil dazu beitragen, die Weiselunruhe auszulösen. Nicht unmöglich ist es auch, daß die Königin von Zeit zu Zeit Töne von sich gibt, deren Fehlen bemerkt wird. Gehört habe ich solche Töne nie, was aber nicht entscheidend wäre, da diese Töne dem menschlichen Gehörsorgan nicht mehr wahrnehmbar sein könnten. Jedenfalls sehen wir ein Mitteilungsvermögen und anscheinende Tonempfindung (s. S. 190 ff.). Ebenso schnell wie die Bienen sich den Verlust der Königin mitteilen, ebenso schnell verständigen sie sich über den Wiederbesitz, wie das oben ausgeführt wurde. Die Bienen haben offenbar den Instinkt, wenn sie den Ton der Weiselruhe oder -unruhe vernehmen, gleichfalls in diesen Ton zu verfallen. Zugleich verändert sich aber ihr ganzes Verhalten

über das rein Instinktmäßige hinaus, wie das aus den vorstehenden Schilderungen hervorklingt.

Sehr merkwürdig ist es und es gewährt einen Einblick in die kleine, primitive Psyche der Biene, daß, wenn namentlich in einem starken Volke während reicher Tracht die Königin entnommen wird, der Verlust, der sonst den größten Aufruhr erzeugt, gar nicht beachtet oder nicht bemerkt wird, da die Bienen durch das Einheimsen des in großer Fülle vorhandenen Nektars so okkupiert sind, ihre Sammelinstinkte durch den Anreiz so dominieren, daß darüber alles andere in den Hintergrund tritt. Ist ein solches Volk gerade beim Wabenbau, so findet man, wie ich das während einer reichen Lindenblüte beobachtete, am nächsten Tage die Bienen noch am Bauen von Arbeiterzellen und auch sonst wies nichts auf den weisellosen Zustand hin (s. a. Rud. Dathe 1881). Wie oben erwähnt, gehen sich weisellos fühlende Bienen sonst sofort zum Bau von Drohnenzellen über.

Wenn man bedenkt, daß während einer stark fließenden Ernte die Stockluft in besonders kräftiger Weise vom Geruch des Honigs erfüllt ist, so könnte man auf die Vermutung kommen, daß zu solchen Zeiten das plötzliche Fehlen des Königingeruches nicht bemerkt wird, doch erscheint es ja etwas zweifelhaft, wie soeben ausgeführt, ob die Anwesenheit der Königin sich in der Hauptsache durch ihren Geruch dokumentiert. Es ließe sich dagegen einiges anführen. Der Geruch der Königin ist ein sehr anhaftender. Läßt man die Königin kürzere Zeit (15 bis 30 Minuten) in einem Käfig innerhalb ihres Volkes und nimmt dann den Käfig heraus, so bemerkt man folgendes: Zahlreiche Arbeiter belagern den Käfig, sie weichen auch nicht, wenn man mit dem Käfig herumhantiert. Nur ein Teil fliegt gewöhnlich ab. Läßt man nun die Königin in ihren Stock einlaufen und stellt den nun leeren, aber noch mit einigen Bienen besetzten Käfig irgendwo auf dem Stande hin, so sieht man noch nach Stunden einzelne Bienen hin und wieder flügelschwirrend (leicht sterzelnd) auf dem offenen Käfig sitzen, offenbar immer noch gebannt von dem anhaftenden Geruch der Stockmutter. Weitere Beispiele gab ich früher (1900, S. 11, 14).

Da nun die Weisellosigkeit in kleinen Völkern sich am schnellsten bemerkbar macht, bei denen man annehmen sollte, daß das Anhaftende des Muttergeruches sich stärker äußern würde als in großen, in mehreren Etagen sitzenden Riesenvölkern, so scheint hieraus hervorzugehen, daß es jedenfalls nicht allein Geruchswahrnehmungen sind, die die Abwesenheit der Königin zur Feststellung bringen, denn bei dem

Anhaften des Geruches sollte man meinen, daß das Fortnehmen der Königin nicht schon nach fünf Minuten bemerkt werden könnte, wie es tatsächlich oft geschieht.

Das Anhaftende des Arbeiterinnengeruches. Wie fein das Geruchsvermögen bei den Bienen ist, geht auch aus folgendem hervor. Zieht ein Schwarm aus und legt sich irgendwo, beispielsweise an einem Ast eines Baumes, an und bleibt dort hängen, bis der Züchter ihn einfängt, so kann man sicher sein, daß ein vielleicht acht Tage später ausziehender Schwarm sich entweder an dieselbe Stelle anlegt oder doch zahlreiche suchende Bienen gerade diese Stelle umkreisen und auf der Baumrinde hin und her laufen. Offenbar wittern diese Bienen den hinterbliebenen Geruch des früher dort gewesenen Schwarmes, der sich durch längere Zeit erhält und auch nicht durch einige Regentage völlig beseitigt wird. Ist dieser Anlegeplatz aus irgendwelchen Gründen ein unerwünschter, so kann man das Anlegen eines zweiten Schwarmes durch Verhängen der Stelle oder Bestreichen mit stark riechenden Stoffen verhindern.

Jedenfalls geht aus allem bisher über das Geruchsvermögen Vorgebrachten hervor, daß dieser Geruchssinn einmal von hoher biologischer Bedeutung ist und daß man schon aus diesem Grunde nicht geneigt sein wird, den Bienen einen schlechten Geruchssinn zuzusprechen, und zum anderen mancherlei direkte Beweise eines vortrefflichen Riechvermögens vorliegen, die entgegengesetzten Annahmen demnach unbegründet erscheinen.

Die Befunde McIndoos über neue Geruchsorgane. Schon Hicks (1857, 1859, 1860) hat auf eigentümliche Sinnesorgane aufmerksam gemacht, die sich an den Beinen und Flügeln von Insekten befinden, die er als Geruchsorgane anspricht. Seine Beobachtungen sind aber nach McIndoo seit 1860 nicht beachtet worden. Es ist dieses wohl nicht ganz richtig, denn Briant (1886) weist auf die Hicksche Arbeit hin, wie auch Schenk (1902), aber McIndoo scheint die Arbeit Briants übersehen zu haben, andererseits erwähnt er auch nicht die wichtigen Arbeiten von Graber (1881, 1882) und die von Schoen (1911), so vermute ich, daß einige der von ihm gefundenen Sinnesorgane sich mit früheren Beobachtungen decken mögen. McIndoos Darlegungen (1914) sind aber von großem Interesse. Auf Grund zahlreicher Experimente mit riechenden Substanzen kommt McIndoo zu dem Resultat, daß die Bienen einen sehr scharfen Geruchssinn haben: „Bees have a very acute sense of smell". Auch für meine Ansicht, daß die Membranplatten (Porenplatten) keine Geruchsorgane sein könnten (S. 199), liefert McIndoo

insofern eine Bestätigung, als sich aus seinen Experimenten ergibt, daß, obgleich die Drohne beinahe achtmal mehr Organe dieser Art

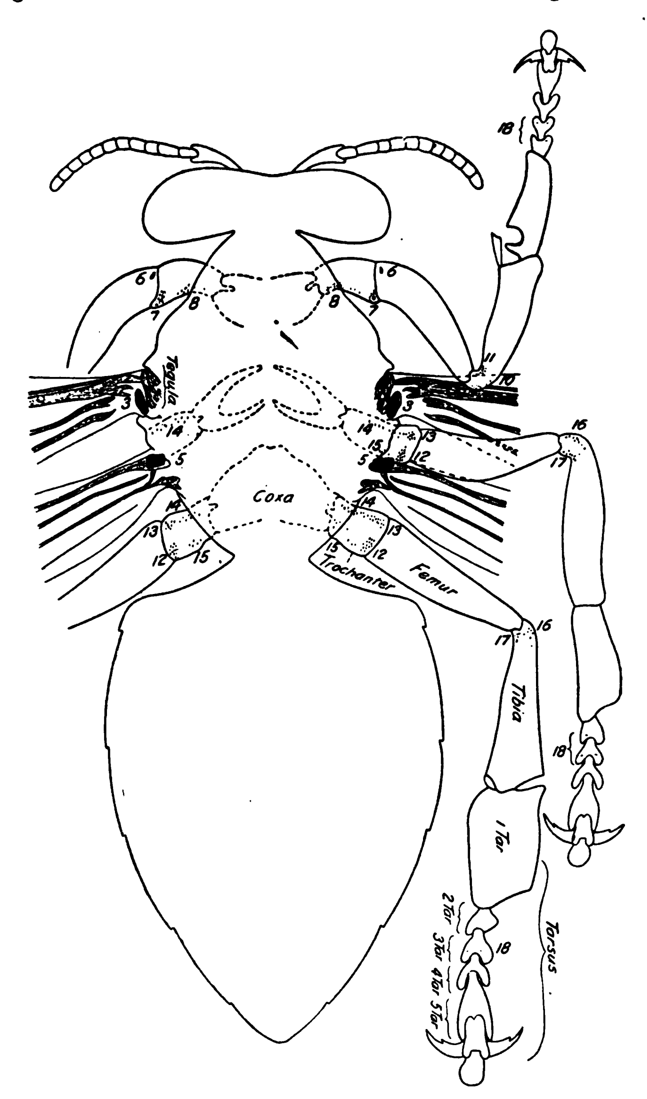


Fig. 53. Rückenansicht einer Arbeiterbiene.

Die Zahlen geben die Stellen der Geruchsporen an, die zum Teil durch Punkte markiert sind. Wo sie sich in großer Zahl sehr eng beieinander finden, ist die Stelle gleichmäßig geschwärzt. (Nach McIndoo.)

aufweist als die Königin, die erstere trotzdem nur in etwas mehr als die Hälfte der Zeit auf Gerüche reagiert. Die Ansicht McIndoos,

daß **Schenk** (1902) die **Forelschen** Flaschen als Geruchsorgane bei den Drohnen ansieht, während er ihnen diese Funktion bei den

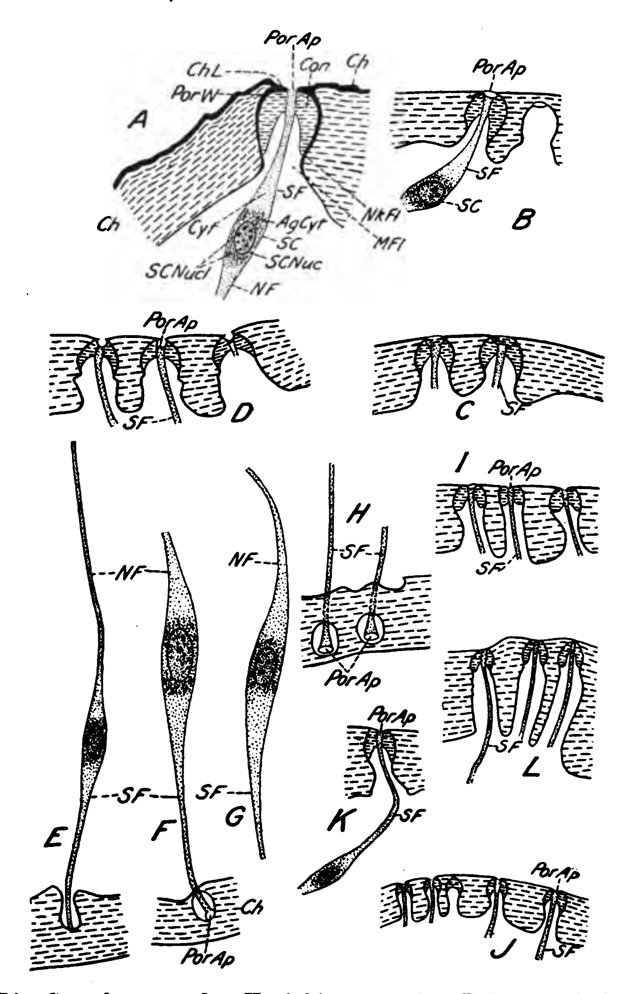


Fig. 54. Die Geruchsporen der Honigbiene an den Beinen und den Flügelwurzeln × 700.

A. Typische Geruchspore mit der Sinneszelle *SC* aus der Tibia. *Por Ap* Längsschnitt durch die Porenöffnung. *Ch* Die äußere Chitinschicht und die Umwandung der Porenflasche *Por W* stärker betont, da sie sich hier stärker färbt, sonst ist das Chitin mit durchbrochenen Linien (in allen Figuren) oder mit fein durchbrochenen Linien im Porenkonus *Con* gezeichnet. Das Cytoplasma *Cyt* der Sinneszellen ist punktiert dargestellt. *ChL* chitinöse Schicht; *MFL* Mund der Flasche; *NkFl* Hals der Flasche; *SF* Sinnesstrang; *NF* Nervenstrang; *SCNuc* Sinneszellen-Nucleus; *SCNucl* Sinneszellen-Nucleoli; *AG Cyt* Sich tief färbendes Cytoplasma. **B.** Zwei Poren- und eine Sinneszelle. Querschnitt vom Femur des dritten Beines. **C.** Längsschnitt vom Femur. **D.** Vom Trochanter des dritten Beines. **E, F.** Vom Vorderflügel. **G.** Vom Hinterflügel. **H.** Zwei Sinnesstränge in die Porenöffnung eintretend. Vorderflügel. **I.** Aus Gruppe 3. **J.** Vom Hinterflügel. **K.** Typische Pore der Gruppe 5. **L.** Aus einem Querschnitt durch die Flügeldeckschuppe.

(Nach McIndoo.)

Arbeitern und der Königin abstreite, beruht bezüglich der Drohnen auf einem Irrtum. Schenk hat sich dieser merkwürdigen Auffassung nicht schuldig gemacht.

Den antennalen Organen gesteht McIndoo überhaupt keinerlei Geruchsfunktionen zu. Ich kann diese Ansicht nicht völlig teilen.

Fig. 53 zeigt uns die Rückenseite einer Arbeiterin mit den McIndooschen Organen. Auf der Bauchseite finden sie sich ungefähr an denselben Stellen der Beine und der Flügelwurzeln mit einigen Abweichungen.

Von besonderem Interesse ist ihre anatomische Ausgestaltung. In der Fig. 54 haben wir Quer- und Längsschnitte in starker Vergrößerung. Da in allen Fällen der Nerv anscheinend bis an die Oberfläche tritt, so muß man allerdings aus diesem Bau heraus schließen, daß es sich tatsächlich wohl um Geruchssinneszellen handelt. Die Biene riecht also anscheinend in der Hauptsache mit den Beinen und hört auch damit.

Durchschnittszahl der Geruchsporen.

	Anzahl der Poren auf den vier Flügeln	Anzahl der Poren an den sechs Beinen	Anzahl der Poren auf dem Stachel	Gesamtzahl der Poren
Drohne.	1998	606	—	2604
Arbeiter	1510	658	100	2268
Königin	1310	450	100	1860

Gleichartige Geruchsorgane stellte McIndoo (1914a) dann auch noch bei Ameisen, Wespen, Hummeln und solitären Bienen fest, und gelangt auch hier auf Grund seiner Experimente zur Überzeugung, daß die „antennae play no part in receiving odor stimuli“, welcher Ansicht ich mich, wie gesagt, nicht ganz anzuschließen vermag, da u. a. das Hinwenden der Antennen zur Geruchsquelle eine Geruchsempfindung anzugeben scheint, wenn auch ein strikter Beweis nicht hierin liegt. Sieht man die Champagnerpfropforgane (*Sensilla coeloconica*) als Geruchsorgane an (S. 204), so scheinen mir die fast gleichartig gebauten Forelschen Flaschen ebenso gut dieser Funktion zu entsprechen (Fig. 55) und nicht der Gehörsfunktion (S. 199).

V.

Das Mitteilungsvermögen der Bienen und ihr Gehörssinn. Ich habe mich ausführlich in einer früheren Schrift über das Mitteilungsvermögen der Bienen verbreitet (1900). Man kann hier nur

mit Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten antworten. Eine bewußte Mitteilung, Zeichengebung findet meines Erachtens nicht statt. Eine jegliche Art und Weise der Tätigkeit scheint eine andere Lautäußerung instinktiv auszulösen und so dürfte der Gehörssinn der wesentlichste Mitteilungsfaktor sein. Vom Schwarmton war schon früher die Rede, ein eigentümliches Summen läßt sich vernehmen bei den die Königin umgebenden Bienen, der scharfe Stechton der gereizten Biene unterscheidet sich stark vom behaglichen Summen am Flugloch nach einem guten Trachttage, der schnarrende Hungerton eines darbenden Volkes ist wiederum grundverschieden von dem Heulton eines weisellosen Volkes oder dem leisen Murmeln hobelnder Bienen. Wird eine fremde Königin in einem Volke verfolgt, so stößt sie Angstrufe aus, die das ganze Volk in Aufregung bringen können. In der Winterruhe gestörte Völker lassen ebenfalls oft ein schnarrendes Rauschen oder ein Brausen ertönen, namentlich bei starker Kälte oder ein kurzes schnell wieder verklingendes Aufsummen besonderer Art (s. auch weiterhin), kurz, allen biologischen Zuständen entspricht eine Lautäußerung, die dem erfahrenen Bienenforscher schon durch das Ohr mit großer Sicherheit das Besondere des jeweiligen Zustandes verrät[1]). Die Erfahrung zeigt, daß diese Lautäußerungen auch eine Lautsprache sind und wohl stets rein instinktiv eine gemeinsame Verständigung bewirken bzw. gleichartige Reaktionen auslösen. Stimmt ein Volk beispielsweise den Schwarmgesang an, so wirkt er hin und wieder so ansteckend, daß benachbart stehende, noch nicht völlig schwarmreife Völker in den hellen, freudigen Schwarmton ebenfalls einfallen und zum Schwärmen hinauseilen bzw. sich zwischen die bereits schwärmenden Bienen mischen. Sticht eine Biene, so reizt der scharfe Stechton die in der Nähe fliegenden Bienen so, daß sie nun auch wütend werden und Angriffe machen. Hier wirkt jedenfalls auch das intensiv riechende Stachelgift mit. Auf die Lautsprache bei weisellosen Völkern und auf das dabei zu konstatierende Mitteilungsvermögen wurde oben schon hingewiesen. Auch finden sich in früheren Kapiteln bereits verschiedene Ausführungen über die Tonbezeugungen verschiedenster Art (Lockton der Spurbienen, Sterzelton, Tüten und Quahken der Königinnen usw.). Landois' Kenntnisse über die Tonäußerungen der Bienen (1867) waren nicht sehr weitreichende.

---

[1]) So hat man in Imkerkreisen ein Stethoskop, ein Hörrohr, erfunden, das an die Außenwand des Stockes aufgesetzt wird, um den Zustand des Volkes leichter beurteilen zu können.

Der Sterzelton bedarf noch einer besonderen Behandlung. In einem soeben erschienenen ausgezeichneten Werke über Tierpsychologie sagt Kafka (1913): „Die Imker bezeichnen den Ton des weiselruhigen Volkes als »Sterzelton«, den des unruhigen Volkes als »Heulton«." Beide Angaben und auch die sich daran anschließenden Erörterungen sind unrichtig. Meine Ausführungen über diese psychologischen Zustände (1900) sind von Forel ins Französische übersetzt worden (1900—1901), wobei die umfassendere Arbeit nur in den Hauptsachen wiedergegeben wurde. Diese Übersetzung ist dann leider später wieder in das Deutsche übertragen worden (Forel 1910) und es scheint, als ob Kafka sich dieser Quelle bedient hat. Bei solchen Auszügen selbst so weitgehender Art sind für den Dritten Mißverständnisse leicht möglich. Auch die Arbeit von Sladen (1902) über das Sterzeln hat Kafka in einer Hinsicht mißverständlich aufgefaßt, wie von ihm übrigens selbst angedeutet wird. „Unter »sterzeln« ist jenes eigentümliche Aufbiegen des Hinterleibes mit gleichzeitigem langsameren Schwirren der Flügel zu verstehen, wie es die Biene im Affekt der »Freude« zeigt" usw. (Butt.-Reep. 1900). Es wird dabei ein besonderer Ton hörbar. Wann tritt nun das eigentliche Sterzeln in die Erscheinung? Macht man ein Volk weisellos und gibt die Königin nach einiger Zeit im Käfig zurück, so belagern die Bienen den Behälter und sterzeln[1]); sind die Bienen falsch angeflogen, aber immerhin in der Nähe des Flugloches (etwa 10 bis 15 cm) und finden letzteres erst nach längerem Suchen, so laufen sie nicht gleich hinein, sondern sie sterzeln erst längere Zeit. Schüttet man einen Bienenschwarm vor eine leere Bienenwohnung, so fangen die ersten Bienen, die das Flugloch finden, an zu sterzeln, dieses wird von den dahinter befindlichen ebenfalls aufgenommen und „freudig" sterzelnd zieht alsbald der ganze Schwarm in die Wohnung ein. Sammelt man im Frühjahr halberstarrte Bienen auf, die bei den ersten Ausflügen sich ausruhend in der Nähe des Standes „verklamten", und bringt sie nach Erwärmung wieder vor ein Flugloch, so ziehen sie sterzelnd ein. Wird das Flugloch eines Volkes während der Flugzeit geschlossen und dann wieder geöffnet, so stürzen die Bienen sterzelnd ins Freie usw.

---

[1]) Aber bei Leibe nicht das ganze Volk, sondern nur 30 bis 40 Stück, d. h. so viele, als den kleinen Käfig belagern können. Der Heulton des weisellos gewesenen Volkes (vgl. S. 183) geht dann wieder in das ruhige Summen des weiselrichtigen über. Irgendwie beunruhigte Völker „heulen" nicht, sondern nur die weisellosen. Vielleicht stützte sich Kafka auf Bethe (1898) betreffs der Annahme, daß unruhige Völker stets „heulen". Ich habe diesen Irrtum Bethes aber bereits (1900, S. 19) berichtigt.

Beobachtet man solche sterzelnden Bienen genauer, so sieht man, daß sich das fünfte und sechste Abdominaltergit auffällig weit auseinanderbegeben, so daß die weiße, häutige Segmentverbindung stark sichtbar wird. Hier liegen die von Nassanoff (Moskau) im Jahre 1883 beschriebenen Drüsen, die er als ein Schweißorgan ansieht. Zoubareff gab hierüber im gleichen Jahre einen Bericht in dem schweizerischen „Bulletin d'Apiculture“ und meint, daß diese Drüsen die auf S. 136 beschriebenen flüssigen Ausscheidungen bewirken, was nach der ganzen Struktur und auch sonst unwahrscheinlich ist. Sladen (1901) brachte erstmalig dieses Organ mit dem Sterzeln in Verbindung. Im Affekt der Freude werden also beim Sterzeln in der geschilderten Weise die Nassanoffschen Drüsen freigelegt, die nach Sladen einen bemerkbaren (?) Duft verbreiten und durch das Flügelschwirren wird der Duft nach hinten getrieben als Signal für alle Kameraden: hier ist das, was wir suchen! Aber auch Sladen bemerkt, daß ein „peculiar hum“ bei diesem Vorgang hörbar wird und es ist daher sehr wohl möglich, daß auch dieses besondere Summen als Signal gilt. Ich wende daher die Bezeichnung „Sterzelton“ an.

Die Angabe Sladens, daß Sterzeln nur eine Geruchsverbreitung einladender Art bedeutet, will bei allen Vorgängen, die tatsächlich eine Aufforderung, Benachrichtigung freudiger Art darstellen, als recht glaubhaft erscheinen, doch wird man etwas zweifelhaft, wenn man sieht, daß das Sterzeln auch eintritt, wenn ein derartiger Affekt nicht in Frage kommt. Schließt man beispielsweise ein Flugloch, so versuchen die Anfliegenden vergeblich einzudringen, schließlich fangen sie an zu sterzeln — aus Trauer würde man geneigt sein, zu sagen —. Schüttet man einen Schwarm in einen Korb und stößt dann den Korb fest auf den Boden, so daß alle Bienen durcheinander purzeln, so sieht man sie nach einigen Augenblicken in großen Mengen sterzelnd an der inneren Wandung des Korbes emporlaufen. Hier ist die Deutung schon schwieriger, jedenfalls kommt hierbei eine Affektäußerung zur Darstellung. Das eigentliche richtige Sterzeln ist stets eine Affektäußerung und da eine Geruchsverbreitung bei einigen dieser Äußerungen anscheinend biologisch unverständlich ist, so will mir die Sladensche Hypothese nicht für alle Fälle annehmbar erscheinen. Sehr wahrscheinlich ist aber, daß dieses angeblich Geruch verbreitende Organ ein Wesentliches für den Nestgeruch bedeutet.

Hüten muß man sich, das Sterzeln am Flugloch mit dem Fächeln (Ventilieren) der Bienen zu verwechseln, wie das oft geschehen ist (Kleine 1858, Pérez 1894), oder mit der Drohstellung (Schreck-

stellung). „Nähert man einen Finger dem Flugloch, so sieht man häufig einzelne der den Eingang belagernden Bienen mit drohend erhobenem Hinterleib dem sich langsam nähernden feindlichen Gegenstand flügelschwirrend entgegeneilen und in dieser Stellung verharren“ (Butt.-Reep. 1900). Ähnlich ist auch die Trauerstellung, wie ich sie nennen möchte. Wenn ein Volk weisellos geworden, kommen hin und wieder einzelne Bienen mit leicht erhobenem Abdomen und mit eigentümlichem, abgebrochenem, mattem Flügelschwirren aus dem Flugloch heraus. Fast das gleiche sieht man, wenn man einige Bienen in eine Schachtel tut. Von Zeit zu Zeit fangen diese zu sterzeln an.

Beim typischen Sterzeln ist also das Nassanoffsche Organ sichtbar, aber nicht immer, wie ich feststellte. Bei ventilierenden Bienen wird die weiße Verbindungsmembran nicht sichtbar.

Das Produzieren des Organs ist immerhin eine auffällige Sache und ich erachte die Sladensche Hypothese durch meine Ausführungen nicht völlig widerlegt.

Nachahmungstrieb. Wenn man sich des Falles erinnert (S. 171), daß hin und wieder die Feldbienen nur eines einzigen Stockes zeitweilig einer Nahrungsquelle zueilen, während die anderen Völker diese noch nicht entdeckt haben, so muß man sich besonders hier fragen: findet unter den Bienen dieses einen Stockes irgend eine Verständigung statt, liegt hier ein Nachahmungstrieb vor? Auch sind ja viele Fälle bekannt, die uns zeigen, daß eine Biene bald Gefährten mitbringt, wenn sie irgendwo hingestellten Honig usw. ausgewittert hat. Ich glaube, daß der Flugton einer reich beladen heimkehrenden Biene ein besonderer ist und namentlich dürfte der Abflugton einer zu einer Honigquelle wieder hinausstürzenden Biene ein eigenartiger und für Fluglochgenossen verlockender sein. Denn das Vorhandensein einer reichen Tracht verrät sich schon mit einem Blick auf das Flugloch. „Schießen“ die Bienen zum Flugloch heraus, pfeilschnell in gerader Richtung, so weiß man sofort, daß die Bienen gute Tracht haben. Hier ist also die Erinnerung an das Gefundene wirksam, der Sammeleifer ist besonders rege und es ist sehr wahrscheinlich, daß dieses besondere Gebaren, das überdies, wie gesagt, wohl jedenfalls auch ein entsprechendes Summen bewirkt, die Stockgenossen mitleitet zu den gefundenen Schätzen. Möglicherweise ist auch eine besondere Geruchswirkung vorhanden, doch halte ich diese Annahme aus mancherlei Gründen für unwahrscheinlich, aber Bestimmtes läßt sich da eben nicht sagen. Man vergleiche auch das merkwürdige Verhalten der Bienen bei der Räuberei (S. 241ff.).

Antennensprache. Nicht ausgeschlossen ist auch ein Mitteilungsvermögen durch Betrillern mit den Antennen, das aber ein gar zu hochstehendes Vorgehen bedeuten würde, wenn man hier eine bewußte Mitteilung annehmen würde. Schickt sich beispielsweise ein Volk zum Schwärmen an, so sieht man einzelne Bienen zum Flugloch herauskommen und sich unter lebhafter Antennenbewegung unter die draußen Vorliegenden (vgl. S. 120) mischen, oft ist auch ein Schwänzeln des Abdomens bemerkbar, also eine Hin- und Herbewegung besonderer Art. Der vorlagernde Klumpen pflegt sich dann bald aufzulösen und in den Stock zu begeben, wie das im Kapitel über die Biologie näher geschildert worden ist. Auch liegt es nahe, hier einen besonderen Lockton anzunehmen.

Fluglochwache. Auch am Flugloch werden die Ankömmlinge von einzelnen Bienen, die im Flugloch oder auf dem Fluglochbrette Wache halten, mit den lebhaft hin und her spielenden Fühlern kontrolliert, oft durch direkte Berührung. Daß eine Fluglochwache existiert, ist ganz zweifellos, wie entgegen einigen Äußerungen in der bienenwirtschaftlichen Literatur (Berlepsch 1856, 1873, Dönhoff 1856 usw.) bemerkt sein möge. Es hat jede Biene diesen Wächterinstinkt und sie übt ihn aus, wenn sie sich am Nesteingang befindet. Ich habe dieses Wachehalten besonders auch bei Hummeln, Trigonen und Wespen in so ausgeprägter Form beobachtet und photographieren können, daß kein Zweifel bei mir über das Vorhandensein dieser Wächterinstinkte bei den sozialen Hymenopteren vorhanden ist. Diese sind übrigens auch bei den solitären Bienen vielfach festgestellt worden. Die wachehaltenden Bienen wechseln häufig und sind nicht immer vorhanden, ja es gibt Völker, die hierin abnorm erscheinen, da sie das Flugloch fast stets unbewacht lassen, aber das sind Ausnahmen. Auch spielen die ganzen biologischen Zustände hinein, schwache Völker besetzen ihr Flugloch nicht, auch bei kühler Witterung ist der Eingang unbewacht usw.

Bei den wachehaltenden Bienen bemerkt man unter Umständen bei irgend einer Beunruhigung das Ausstoßen eines kurzen zornigen Tones, der eventuell sofort mehr Stockgenossen herbeiruft. Also auch hier Verständigung durch das Gehör bzw. Reaktion auf Töne.

Können die Bienen hören? Erwägt man alles, was bisher über die Lautsprache der Bienen vorgebracht worden ist, so will es höchst absonderlich erscheinen, daß die Bienen nicht hören können, wie das verschiedentlich von sehr beachtenswerter Seite vorgebracht worden ist (P. Huber 1810, Fr. Huber 1814, Claus 1873, Lubbock 1883, Forel 1910 usw.). Lubbock hat beispielsweise den Bienen

„etwas vorgegeigt, vorgepfiffen — geflötet und vorgeschrieen und niemals die geringste Notiznahme bemerkt“ (Butt.-Reep. 1900).

Auf Grund dieser und anderer Experimente und Erfahrungen ist nun besonders auch der ausgezeichnete Ameisenforscher Forel (1910) seit langen Jahren mit großem Nachdruck nicht nur gegen eine eigentliche Hörfähigkeit der Ameisen, sondern auch der Bienen, Wespen usw. aufgetreten, zumal wir bisher keine Gehörsorgane mit Sicherheit erkannt hatten. Nach seiner Ansicht werden alle Reaktionen auf Töne nicht ausgelöst durch ein Gehörsvermögen, sondern durch eine besondere Modalität des Tastsinnes. Mit anderen Worten, die erwähnten Insekten empfinden die Schallwellen nur als Vibrationen, Erschütterungen. Kein Laut, kein Ton, kein Geräusch dringen als solche zur primitiven Ameisen- oder Bienenpsyche, die Welt ist ihnen vollkommen stumm. Forel weist mit Recht auf die nahe Verwandtschaft des Tast- und Hörsinns hin. Klopft man nachts leise an eine hölzerne Bienenwohnung, so braust das Volk, durch die Erschütterung erregt, sofort auf. Hier ist freilich zu bedenken, daß möglicherweise nur einige wenige Bienen durch die Erschütterung gereizt werden und ihr Alarmruf dann von den anderen Bienen aufgenommen wird. Es scheint nicht gut möglich, daß die auf den weichen Wachswaben Sitzenden gleichfalls die leise Erschütterung gespürt hätten.

Nach Ansicht Forels wird bei der Leichtigkeit der meisten Insekten, die eingeschlossen in ihrem starren Chitinpanzer ein leicht bewegliches Ganzes bilden, angenommen werden müssen, daß Schallwellen sie „viel eher als Ganzes mitschwingen lassen werden, als eine mikroskopische Membran eines ihrer Sinneshaare“. Forel meint, daß „ein wahres Nichts, der schwächste Lufthauch, die unbedeutendste mechanische Erschütterung einen solchen Effekt (auf den ganzen Körper) hervorbringen, daß das Gleichgewicht dieser Geschöpfe aufs erheblichste gestört ist“. Hier scheint aber ein Widerspruch mit dem oben erwähnten Experiment Lubbocks zu liegen, das auch von Forel und anderen in ähnlicher Weise mit gleich negativem Erfolg angestellt wurde. Wenn derartig starke Schallwellen gar keinen Eindruck auf die Bienen ausüben, so ist eben unter diesen Umständen die „pseudakustische Modifikation des Tastsinnes“ (Forel) nicht das Bestimmende, nicht das Reaktionsauslösende allein, denn sonst würde ein Reagieren zu bemerken sein, da ja „der schwächste Lufthauch“ einen Effekt hervorbringen soll! Ich habe früher erstmalig betont (1900), daß man keinen Beweis gegen ein Hörvermögen den oben erwähnten Lärmszenen

(Lubbock, Forel, Fielde u. Parker, Peckham) entnehmen kann, da die Bienen nur auf Töne oder Geräusche reagieren, die für sie biologische Bedeutung haben. Ist letzteres aber der Fall und man wird es nicht bestreiten können, so sollten diese Art Experimente nicht immer wieder (seit mehr als einem Jahrhundert) als Beweise gegen den Hörsinn aufgeführt werden. Sie bedeuten auch nichts für einen pseudakustischen Tastsinn, soweit die Bienen in Betracht kommen, auf die ich mich hier beschränke. Diese Art Experimente erscheinen nur dann von Wert, wenn man versucht, die Töne den biologisch bedeutsamen so ähnlich wie möglich zu gestalten.

Gehörsvermögen der Ameisen. Nun hat ein anderer ausgezeichneter Ameisenforscher, Erich Wasmann, sich im Gegensatz zu Forel mit der erforderlichen Zurückhaltung für ein Hörvermögen der Ameisen ausgesprochen, desgleichen eine Zeitlang auf Grund biologischer usw. Beobachtungen der vortreffliche amerikanische Ameisenkenner Wm. Mort. Wheeler (1903), der dann später auf Grund Untersuchungen anderer Forscher wieder abgeschwenkt zu sein scheint (1907, S. 740). Wasmann (1899) gibt an, wie er auf künstliche Weise hohe Schrilltöne erzeugte (s. auch 1906), auf die eine Reaktion der Ameisen zu konstatieren war, obgleich seiner Ansicht nach, die Übertragung durch Vibrationen der Unterlage nicht in Frage kommen dürfte. Später (1909) wird das Gehörsvermögen der Ameisen ausführlicher von ihm behandelt (hier auch zahlreiche Literaturangaben) und mit Recht die vielfach übersehene Tatsache betont, daß es besonders bei Myrmicinen und Ponerinen manche Arten mit Schrillorganen am Hinterleibe gibt. Hierauf hat besonders auch Wheeler (1903) hingewiesen. Fielde und Parker (1904) kommen aber auf Grund eingehender Versuche bei Ameisen (auch sie operierten mit künstlichen Tönen bis zu hoher Schwingungszahl) zu einem *non liquet* bezüglich des Hörvermögens und entscheiden sich mit Bestimmtheit weder für das eine noch für das andere, doch neigen sie mehr der Tastempfindung zu: „Die Erregbarkeit der Ameisen durch das Vibrieren der Unterlage und nicht durch das Vibrieren der umgebenden Luft entspricht vollständig ihrem unterirdischen Leben im Gegensatz zu dem Luftleben der meisten Insekten“ (ebenda). Diesem Fielde-Parkerschen Experimente stehen aber andere von Weir (1898) und von Weld (1899) gegenüber, die eine Widerlegung bedeuten. Weld stellte deutliche Reaktion der Ameisen (*Cremastogaster*, *Lasius*, *Aphaenogaster*, *Formica*) auf Töne fest, z. B. durch Blasen auf einer kleinen Flasche, so daß der Luftstrom die Ameisen nicht traf, wie auch durch schrille Flöten-

töne usw. Auch Turner (1907) gibt Beweise für ein Reagieren der Ameisen auf Schallreize.

Der Erdboden ist zweifellos ein schlechtes Medium, um feinste Vibrationen unverändert und überhaupt fortzupflanzen. Wenn nun z. B. Ameisen, die wie *Atta texana* sich meist in Erdhöhlen aufhalten und die Stridulationsorgane besitzen, deren Tonerzeugung so fein ist, daß er dem menschlichen Ohr nur vernehmbar ist, wenn er von den Weibchen und Männchen und von den Soldaten und größeren Arbeitern hervorgebracht wird, während die von den kleinen Arbeitern erzeugten, obgleich man deutlich sieht, daß sie die charakteristischen Bewegungen machen, nicht mehr vernommen wird (Wheeler 1907), wenn nun diese Ameisen derartige Töne in der Erde von sich geben, so will es höchst unwahrscheinlich dünken, daß diese sich nur durch den Erdboden, wie Fielde und Parker (1904) es wollen, verbreiten, oder richtiger nur durch das Vibrieren (?) der Unterlage zu biologischer Bedeutung gelangen, während die doch vorhandenen Luftwellen gänzlich wirkungslos sein sollen. Hier geht Forel, ich glaube mit Recht, einen Schritt weiter, indem er im allgemeinen die biologische Bedeutung der Schallwellen nicht geneigt ist, zu bestreiten, aber die Tonempfindung, wie schon ausgeführt, verneint. Wäre wirklich die mechanische Erschütterung der Unterlage das Wesentliche, so wäre ein Schlagen, Klopfen, Streichen der Erdwände das Wirkungsvollere und Verständlichere, wie ich es bei Termiten (z. B. bei *Odontotermes obscuriceps*, *Termes carbonarius* usw.) so häufig beobachtete (1912, 1914) (vgl. auch Escherich 1911, Bugnion 1912) und wie es auch von gewissen Ameisenarten bekannt ist. Termiten bringen aber auch Stridulationstöne hervor und besitzen ein Gehörorgan in den Tibien (Silvestri 1902a, 1903). Doch auch das mechanische Übertragen von Oszillationen schließt keine Tonempfindung aus. Das äußere einer gewissen Elastizität nicht entbehrende Chitinskelett der Ameisen, Bienen und Wespen allein wäre möglicherweise wohl imstande, derartige Schwingungen entsprechenden Nerven bzw. dem Gehirn zu übermitteln und eine Tonempfindung auszulösen.

Nur um diese Möglichkeit einem Verständnis näher zu führen, sei folgendes erwähnt: Bekannt ist die Tasttonempfindung der vollkommen tauben und blinden Helen Keller, die nur durch das leichte Auflegen der Fingerspitzen auf das Klavier imstande ist, die gespielten Stücke als Musik zu empfinden. Es gibt ferner eine vollkommene Taubheit, die dadurch behoben wird, daß der Betreffende einen größeren, glatten, dünnen Hartgummifächer so am oberen

Rande mit den Zähnen faßt, daß die Lippen die Platte nicht berühren. Wird nun selbst in größerer Entfernung gesprochen, so schwingt die Platte, deren Griff unten mit der Hand gehalten wird und übermittelt die Schwingungen durch das Knochengerüst dem Hörnerven.

Man muß sich natürlich hüten, derartige Fälle in irgend eine schärfere Parallele mit Verhältnissen bei Insekten zu setzen, sie sollen nur von fern Möglichkeiten andeuten, die man leicht geneigt ist, zu verwerfen.

Die Forelschen Flaschen als Gehörsorgane. Wenden wir uns nun vorerst den Gehörsorganen bei der Biene zu, so ist da die Angabe O. Schenks (1902) zu verzeichnen, der in den sogenannten Forelschen Flaschen (*Sensilla ampullacea*), eigentümlichen an den Fühlern von *Apis mellifica* zahlreich vorhandenen Sinnesorganen, Gehörsorgane zu erkennen glaubt. „Der Bau der Forelschen Flaschen entspricht vollkommen den Anforderungen, die wir an ein Hörorgan bei den Insekten stellen müssen.“ Auch die hinzutretenden Nervenstränge vermochte Schenk erstmalig mit Sicherheit zu ermitteln (Fig. 55). Die Ansichten über die Funktionsweise dieser flaschenförmigen Organe sind aber noch geteilt, und ich äußerte schon oben, daß ich eher geneigt sei, sie als Geruchsorgane aufzufassen.

Die Membranplatten als Gehörsorgane. An den Fühlern befinden sich weiterhin zahlreiche Gebilde, die unter anderem auch bei den Vespiden vorkommen, nämlich die Membranplatten (*Sensilla placodea*). „Sie charakterisieren sich als mehr oder weniger dicke Platten, die durch eine ringförmige, dünne Membran allseitig mit der Fühlerdecke fest verbunden sind“ (Schenk 1902) (Fig. 55 D). Es sind die sogenannten „Porenplatten“ der Autoren, welchen Namen ich vermeide, da er die irreführende Vorstellung erweckt, als seien in den Membranplatten Poren festgestellt, was nicht der Fall ist. Fast allgemein hat man sie als Riechorgane aufgefaßt (vgl. Schenk 1902), was aber bei der verhältnismäßigen Dicke der Membranplatten bei *Apis* und nach ihrer besonderen Bauweise nicht wahrscheinlich ist. Mit Recht betont Schenk, daß ihr Bau auf eine mechanische Reizfunktion hinweist.

Auf der umstehenden Fig. 55 D ist der Terminal-Nervenstrang *Por Cl*, *SF* nach der Kombination von McIndoo so gezeichnet, d. h. sich auffasernd und sich gleichmäßig unten an die Membranplatte *Por Pl* anheftend, wie Schenk es bei *Vespa* mit Sicherheit nachzuweisen vermochte. Bei den Schnitten durch dasselbe Organ von *A. mellifica* zeigte sich stets ein Hohlraum unter der Platte, der

— nach Schenk — durch Schrumpfung bei der Präparation entstanden ist. Die Platte steht also tatsächlich, wie es die Zeichnung angibt, mit den Nerven in direkter Verbindung. Ruland (1888) hat keinen solchen Hohlraum gefunden.

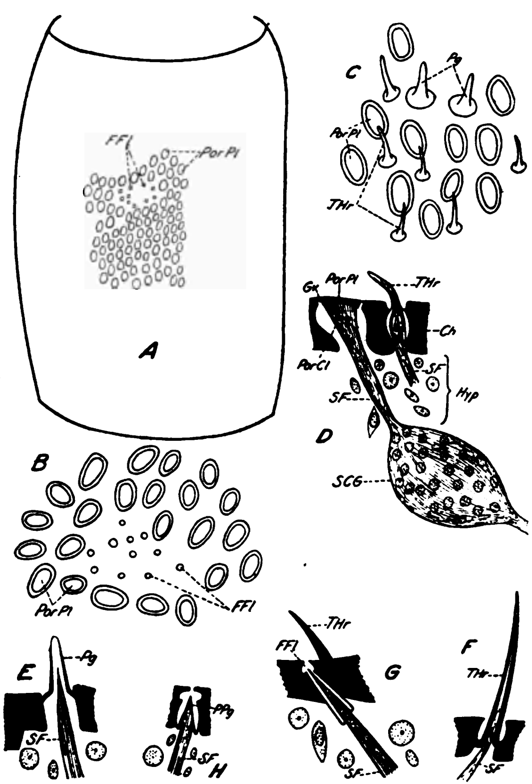


Fig. 55. Die Sinnesorgane auf den Fühlern der *Apis mellifica* L.

A. Drohnenantennenglied von *Apis mellifica* × 100. *FFl* Forelsche Flaschen (*Sensilla ampullacea*); *Por Pl* Porenplatten, Membranplatten (*Sensilla placodea*). Das Glied ist ringsum mit den Membranplatten bedeckt, von denen nur ein kleiner Teil gezeichnet wurde. B. Dieselben × 400. C. Ein Stückchen Fühleroberfläche von *Apis mellifica* ♀ (bzw. ☿) × 400. *Por Pl* Membranplatten; *pg* Kegel, Kolben (*Sensilla basiconica*), Geruchsorgane; *THr* haarartige Gebilde (*Sensilla trichodea*), Tasthaare. D. Längsschnitt durch ein Membranplattenorgan. *Gv* Membranring; *Por Pl* Membranplatte; *Por Cl*, *SF* Nervenstrang, Terminalstrang (kombiniert); *SCG* Sinneszellengruppe; *THr* Sinneshaar (*S. trichodeum*); *Ch* Chitin; *Hyp* Hypodermis. E. *Pg* Kolben, Kegel (*S. basiconicum*), Geruchsorgan? *SF* Nervenstrang. F. Tasthaar, Sinneshaar (*S. trichodeum*) × 500. G. *FFl* Forelsche Flasche. H. *PPG* Champagnerpfropforgane, Grubenkegel (*S. coeloconicum*), Geruchsorgan? (Nach Schenk aus McIndoo.)

Nun scheint uns die Biologie aber einen deutlichen Fingerzeig über die Bedeutung dieser Organe zu geben. Wir sehen nämlich bei den Drohnen die Membranplatten in außerordentlicher Menge, andere Sinnesorgane bleiben dagegen an Zahl weit zurück. Während die Drohnen — nach Schenk — auf beiden Fühlern etwa 31000 solcher Platten aufweisen (Fig. 55 A), haben die Königin und die Arbeiter deren nur etwa 4000 auf beiden Fühlern, allerdings sind sie bei den beiden letzteren größer (Fig. 55 B u. C)! Das sehr einfache Leben der Drohnen läßt sich nun leicht überschauen. Da sie nicht arbeiten und sich nur insoweit selbst ernähren, als sie aus den vollen Honigtöpfen im Stocke hin und wieder schlürfen, kommt die auffallende Menge dieser Sinneszellen hierfür nicht in Betracht. Der biologische Wert der Drohnen tritt nur

während des Befruchtungsausfluges der Königin in die Erscheinung. Wie früher ausgeführt, erhebt sie sich hierbei in pfeilschnellem Fluge in die Luft. Die Drohnen haben nun die Aufgabe, die Königin aufzufinden. Einesteils sind sie hierzu befähigt, durch ihre besonders großen Facettenaugen. Bei der ganzen Funktionsweise dieser Augen kann man aber berechtigten Zweifel hegen, ob es ihnen möglich sein wird, die doch immerhin winzige Königin in größerer Entfernung aufzuspüren. Hierzu müssen andere Sinne mithelfen. Es kommt nach meiner Ansicht nur das Gehörsvermögen und der Geruchssinn für diesen Zweck in Betracht. Da, wie ausgeführt, die Membranplatten zum Riechen durch ihren Bau ungeeignet erscheinen, tritt ihre Funktion als Gehörsorgane in den Vordergrund. Der sehr deutliche Flugton der Königin ist nun in der Tat abweichend von dem der Arbeiter und Drohnen und man muß hiernach annehmen, daß die feinen Schallwellen auch von der ungeheuren Menge der Membranen perzipiert zu werden vermögen. Daneben sind auch noch andere jüngst entdeckte chordotonale Organe, von denen gleich die Rede sein wird, vorhanden.

Hier läge nun anscheinend ein Beweis vor für ein regelrechtes Aufnehmen und Empfinden der Töne. Sind diese Möglichkeiten nun aber gegeben, können die Membranplatten überhaupt die Schallwellen empfangen und die entsprechenden Reize vermitteln?

Ein so kompetenter Beurteiler wie Willibald Nagel (1892) äußert sich hierüber wie folgt: „Es handelt sich ja nicht um die Fortpflanzung eines Stoßes durch einen Raum, an dessen anderem Ende eine elastische Membran Ausweichen des Inhaltes gestattet, wie im menschlichen Labyrinth. Wohin sollte im Porenkanal (also in dem Raum hinter der Membranplatte) Ausweichen erfolgen? Ich halte die Deutung der Porenplatten als Hörorgane für unmöglich. Von anderen Möglichkeiten wäre sonstige mechanische Funktion (als Druckpunkt) und Riechen zu erwägen. Gegen Riechfunktion hat man eingewendet, daß die Dicke der Platten bei den Apiden zu groß sei, um annehmen zu können, daß Gasteile rasch genug hindurch diffundieren könnten. Der Einwand verliert an Wert, wenn man bedenkt, daß die »große Dicke« der Platten immerhin nur 0,002 bis 0,004 mm beträgt. Wichtiger ist, daß die große Zahl der Organe mit dem relativ schwachen Geruchssinn (? v. B.) der Bienen schlecht stimmt. Ich halte es daher für wahrscheinlicher, daß die Porenplatten Druckpunkte darstellen, deren adäquater Reiz der Druck der Luft bei Bewegung der letzteren oder der Fühler ist.“

Aus biologischen Gründen erscheint nun aber die letztere Annahme als sehr unwahrscheinlich. Welchen Zweck hat für die Drohne eine solche ungeheure Fülle von Druckpunktssinnesorganen? Soweit ich zu beurteilen vermag — gar keinen! Viel eher verständlich wäre sie für die Arbeiter und die Königin, wenn man das Arbeiten, Bauen, Füttern, Eierlegen usw. im völlig finsteren Stockinneren in Erwägung zieht, aber gerade bei diesen sind diese Organe bei weitem geringer vertreten. Die Platte — aufgespannt in einen beträchtlich zarteren Membranring — weist durch diesen Bau, wie mir scheint, unmittelbar darauf hin, daß sie sich bewegen soll, wenn ich diese Ausdrucksweise einmal anwenden darf und wenn wirklich der Druck der Luft perzipiert wird, so muß man natürlich annehmen, daß die Membranplatten durch Nachgeben bzw. Schwingen diesen Druck dem Nervenstrange vermitteln; können sie das aber, so ist nicht recht einzusehen, warum sie nicht auch auf Schallreize reagieren sollen, wenn auch vielleicht in besonderer Weise. Es bietet doch tatsächlich nicht die geringsten Schwierigkeiten anzunehmen daß das notwendige minimale „Ausweichen“ im „Porenkanal“ vor sich geht, wenn es in dem mit Flüssigkeit erfüllten menschlichen Labyrinth als möglich angenommen wird.

Ist nun aber anzunehmen, daß dieser verhältnismäßig primitive Apparat imstande ist, eine eigentliche Tonempfindung zu übermitteln? Wenn man bedenkt, daß beim Menschen das Trommelfell und die gesamten Gehörknöchelchen nicht selten operativ beseitigt werden müssen, so haben wir dort nach Entfernung dieser Teile folgende Verhältnisse. Die Schallreize treffen in solchen Fällen direkt das ovale und runde Fensterchen, die mit einer Membran bespannt sind. Durch die dahinter befindliche Flüssigkeit werden die Reize auf das Cortische Organ bzw. auf den *Nervus acusticus* übertragen und das Hörvermögen derartig Operierter erweist sich als noch immer so gut, daß der Nichtwissende kaum merkt, daß eine geringe Schwächung der Tonempfindung eingetreten ist. Ich erwähne diesen Hinweis besonders aus folgendem Grunde. Schenk (1902) sagt: „Wie aus der Nagelschen Begründung ersichtlich, kann durch solch ein Organ“ (nämlich die Membranplatten) „nie eine Gehörempfindung zustande kommen. Denn die anhaftenden Gewebestücke“ (gemeint sind die an die Platte angehefteten feinsten Nervenfasern, Fig. 55 D *Por Cl*) „würden das Entstehen eines Tones verhindern[1]), da ja ein Schwingen der Membran ein wechselweises Dehnen und Zusammen-

[1]) Von mir gesperrt. v. B.

drücken des Gewebes im Gefolge haben müßte." Eine Tonbildung in der Membran ist aber absolut nicht erforderlich! Auch die Membranen im ovalen und runden Fensterchen tönen nicht und übermitteln die Schallwellen durch „wechselweises Dehnen und Zusammendrücken" der hinter ihnen befindlichen Flüssigkeit dem Gehörsnerven. Bei den Bienen findet nun anscheinend die Einwirkung auf den Nerven direkt statt. Soweit ich daher zu beurteilen vermag, liegen prinzipielle Schwierigkeiten nicht vor, eine direkte Übertragung der Schallreize durch diese oder durch die früher schon besprochenen Organe anzunehmen und auch eine Tonempfindung darf angenommen werden, wenngleich es möglich ist, daß die Töne nicht so vernommen werden, wie wir sie hören.

Den Ausführungen über die Hörfunktion könnte aber auf Grundlage biologischer Verhältnisse vielleicht folgendes entgegengehalten werden. Wenn es wirklich richtig wäre, daß das Männchen dieser speziellen Membranplatten bedarf, um das Weibchen in der Luft aufzuspüren, warum haben dann die Wespenmännchen eine wesentlich mindere Anzahl solcher Plattenorgane? Es scheint mir, daß hierauf wiederum die Biologie eine Erklärung gibt. Bei der *Apis mellifica* wird jeweils nur ein Weibchen aus jedem Volke hinausgesandt. Bei der großen biologischen Bedeutung — denn wenn die Königin nicht befruchtet wird, geht das ganze Volk u. U. zugrunde — ist anzunehmen, daß sich bei den Männchen, zumal in dem starken Konkurrenzkampfe, die ungeheure Anzahl jener erwähnten Sinnesorgane ausbildete, um ein Auffinden des Weibchens und eine Kopulation zu erzielen. Bei *Vespa*-Arten werden aber, bevor das Volk sowieso im Herbst zugrunde geht, eine außerordentlich große Anzahl von Weibchen und Männchen erzeugt. So zählte ich in einem Neste von *Vespa germanica* 5000 Königinnen- und Männchenzellen, die sich nicht voneinander unterschieden und fand noch, obgleich sich anscheinend die Mehrzahl der Insassen schon verflogen hatte (Anfang Oktober), noch 700 junge Königinnen und 1600 Männchen (vgl. Butt.-Reep. 1907). Auch aus folgendem Grunde möchte ich bezweifeln, daß die Membranplatten Geruchsorgane darstellen. Wir sehen nämlich gerade dort, wo die Nervenfasern herantreten, ein Dickerwerden der Membran (die Platte) und dort, wo sie sich nicht anheften, eine beträchtlich dünnere Struktur (Membranring, Fig. 55 D *Gv*); das erscheint für diese spezielle Funktion so wenig zweckmäßig, daß ich, wie schon des öfteren erwähnt, aus diesem Bau heraus diese Sinnestätigkeit nicht zu erschließen vermag. Jedenfalls muß erwähnt werden, daß auch das Riechvermögen den Drohnen die Anwesenheit der Königin, die, wie

früher ausgeführt (S. 183), einen besonders starken Geruch besitzt, anzuzeigen vermag. Hierfür haben wir aber keinenfalls nötig, gerade die Membranplatten heranzuziehen, da wir so überaus zahlreiche Geruchsorgane in großer Menge an anderen Körperteilen (Fig. 53) (McIndoo 1914) kennen oder doch erkannt zu haben glauben. Ob die *Sensilla basiconica*, *S. coeloconica* (Fig. 55) zum riechen dienen, will mir recht fraglich erscheinen, da offenbar typische Geruchsorgane bei den Hymenopteren nach McIndoos Befunden eine andere Bauart erfordern, da wollen die früher erwähnten anderen antennalen Sinnesorgane eher hierfür tauglich erscheinen. Wenn Nagel (1892), weil er irrtümlich annimmt, daß die Bienen ein schlechtes Geruchsvermögen besitzen, aus diesem Grunde den Membranplatten keine Riechfunktion zuerteilen will, so erscheint das biologisch nicht berechtigt. Doch, wie gesagt, das Riechvermögen erscheint mir in der Tat auch nicht an diese Organe gebunden. Wenn also die Drohne außer dem Gesichts- und dem Hörsinn auch noch des Geruchssinnes bei der Verfolgung der Königin bedarf, so kommen für letztere Funktion nach meiner Ansicht andere Organe in Frage.

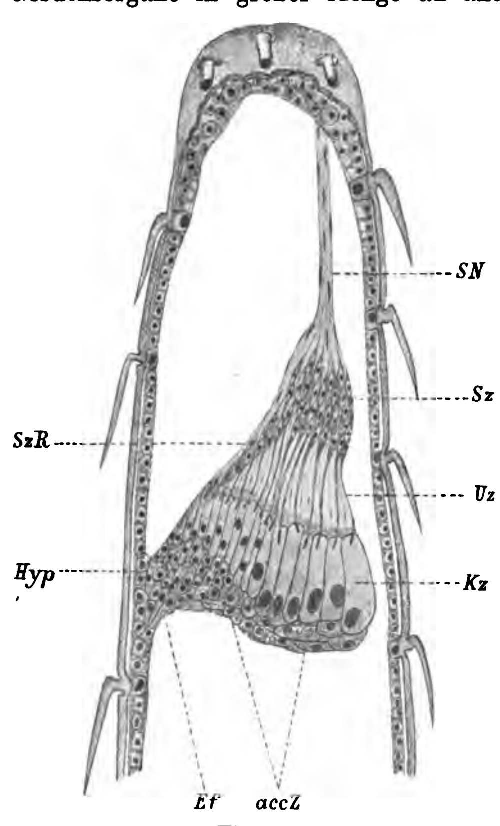


Fig. 56.
Hörorgan in den Beinen der *Apis mellifica* L.
Frontalschnitt durch die Tibia. 20. Tag der Entwicklung. Der Subgenualnerv *SN* zieht zu den Sinneszellen *Sz* und zu der Sinneszellenreihe *Sz R*, die in die Umhüllungszellen *Uz* übergehen diese ragen mit den Stiften hinein in die Kappenzellen *Kz*, an die sich die akzessorischen Zellen; an *Z* anschließen, die schließlich durch Verwachsen *Hyp*, teils durch Endfasern *Ef* mit der Hypodermis in Verbindung treten.
(Nach Schoen.)

Nach Forels Ansicht (1910) kommt beim Hochzeitsflug der Ameisen in erster Linie der Gesichtssinn und dann erst das Geruchs-

vermögen in Betracht. Auch Pietschkers Untersuchungen (1910) scheinen diese Ansicht zu bestätigen. Bei den Ameisen liegen die Verhältnisse aber so gut wie durchweg anders, da einmal der Hochzeitsflug insofern in ganz anderer Weise vor sich geht, als sich gleichzeitig Hunderte von Königinnen und Männchen in dichtem Schwarme in die Lüfte begeben und daher kein langes Suchen erforderlich ist, und das Gehörsvermögen zum Auffinden deshalb weniger nötig erscheint. Es fehlen bei den Ameisen auch die typischen Membranplatten und die Sinnesorgane sind überdies auf den Fühlern der Männchen weniger zahlreich als bei den Arbeitern und Weibchen (vgl. Krausse 1907). Schoen (1911) stellte aber auch bei Ameisen die gleich zu beschreibenden Hörorgane an den Tibien fest, so daß ein Hörvermögen angenommen werden muß. Doch scheinen diese Organe betreffs ihrer nervösen Elemente auf einer niedrigeren Stufe zu stehen als bei der Honigbiene. Die Kappenzellen (Fig. 56) sind bei weitem nicht so zahlreich usw.

Neuerdings entdeckte chordotonale Sinnesorgane der Biene. Wie nun auch die Sache mit den Membranplatten liegen möge, es sprechen für das von mir seinerzeit mit Bestimmtheit angenommene Hörvermögen der Biene[1]) auch neuerliche anatomische Befunde. So stellte Janet (1911) ein „chordotonales“ Organ im Kopfe fest, das sich dicht an der Insertionsstelle der Fühler befindet und seinen Nerv mit dem aus den Antennen ziehenden Nervenstrang verbindet. Dieses Organ ist also in der Zweizahl vorhanden, da jede Fühlerbasis ein solches aufweist.

Von besonderer Bedeutung ist aber der Befund von Schoen (1911), der uns mit sehr komplizierten, bei allen drei Bienenwesen in den Tibien vorhandenen Sinnesorganen bekannt macht, die wohl unbezweifelt als Gehörsorgane anzusehen sind (Fig. 56). Es scheint, daß allen Hymenopteren ganz ähnliche Chordotonalorgane zugesprochen werden müssen, die von denen der Orthopteren nur wenig abweichen.

Die Nervenfaser (Achsenfaser) zieht bis in die Spitze der in die Kappenzellen *Kz* hineinragenden Stifte. Da nun vor diesem Organ eine Tracheenanschwellung liegt, ist es nach Schoen sehr wahr-

---

[1]) „Kein Zoologe, der zugleich erfahrener Bienenforscher ist, wird im geringsten darüber in Zweifel sein, daß die Bienen ein ganz vortreffliches Gehörsvermögen besitzen, da ihm die Beobachtung hierfür hundertfältig die sichersten Beweise liefert, während der mit den biologischen Tatsachen nicht Vertraute sich ablehnend verhalten wird, weil wir bis jetzt kein Gehörorgan haben entdecken können, bzw. mit Sicherheit kein solches erkannt haben“ (Butt.-Reep. 1900, S. 2).

scheinlich, daß hierdurch und durch die isolierte Lage „die Perzeption der Schallschwingungen erleichtert bzw. durch Mitschwingung erhöht wird“.

Es wäre bei der so weit abstehenden Organisation der Insekten nicht unmöglich, daß auch diese chordotonalen Sinnesorgane keine eigentliche Tonempfindung vermitteln. Läßt man aber alles das Revue passieren, was für eine wirkliche Lautsprache der Bienen anzuführen ist, so will eine derartige Annahme sehr unwahrscheinlich bedünken. Es liegt eine gewisse zwingende Logik darin, daß Tiere, die fähig sind, Laute zu produzieren und sich dieser Lautsprache, so viel wir erkennen können, ständig bedienen und deren biologische Bedeutung uns in jeder Phase ihres Daseins entgegentritt, daß diese Tiere auch die Fähigkeit besitzen, diese Laute zu hören und sie als Töne zu empfinden. Die ständige Berufung, daß wir es hier mit einer Tastfunktion zu tun hätten, besagt unter allen diesen Umständen meiner Ansicht nach nichts, denn mit der Tastfunktion ist eben auch eine Gehörsfunktion verbunden, wie ja auch das Gehör des Menschen nichts weiter als eine modifizierte Tastempfindung sein dürfte (vgl. auch Johnston 1855, Child 1894).

Hörvermögen der Hummeln und Wespen. Der gründliche Hummelforscher Ed. Hoffer (1882, 1883, 1887, 1889) tritt für ein Hörvermögen der Hummeln (*Bombus*) und der Wespen (*Vespa*) ein, während Sladen (1912g) und Wlad. Wagner (1907), meiner Ansicht nach mit ungenügender Begründung, sich gegen die Hörfähigkeit der Hummeln aussprechen. Wenn Ed. Hoffer (1889) in ein Nest von *Bombus pomorum* ein Weibchen einer Schmarotzerhummel (*Psithyrus*) ohne jegliche Erschütterung des Zuchtkästchens hineintat, entstand durch das Eindringen des Feindes eine solche Aufregung im Neste, „daß infolge des Gesummes dieser Hummeln die in den benachbarten Nestern in Unruhe gerieten“. Es ist anzunehmen, daß die Zuchtkästchen nicht enge beieinander standen, da eine zu enge Aufstellung die Behandlung erschwert. Derselbe Beobachter (1887) berichtet über *Vespa media* De Geer: „Um uns zu überzeugen, ob auch diese Art auf dem menschlichen Ohre wahrnehmbare Schalläußerungen reagiere, reizten wir, im Gebüsche versteckt, mit einem Stocke den Strauch, auf dem das Nest hing, stoßend und zugleich stark pfeifend, dieselben, wobei sie selbstverständlich wie ein Wasserstrahl aus dem Loche schossen. Später brauchte ich nur in der Nähe zu pfeifen, augenblicklich stürzten sie voll Wut aus dem Neste, um sich an dem Störer, den sie nur hören, nicht aber sehen konnten, zu rächen.“

Hier ist mit diesem schönen unbeachtet gebliebenen Experiment der Weg angegeben, wie biologisch unwirksame Laute — ich erinnere an die gänzlich eindruckslosen Pfeif- und Schreiszenen anderer Beobachter — in biologisch wirksame umgewandelt werden können. Die weitere Forschung wird diesen Weg verfolgen müssen.

Da Schoen (1911) auch bei Hummeln und Wespen ganz ähnliche chordotonale Sinnesorgane in den Tibien nachwies wie bei den Bienen, so ermangeln wir auch hier nicht der physiologischen Grundlage.

Ein seltsames Phänomen. Bevor ich das Gebiet der Tonempfindungen verlasse, das hier — der gebotenen Raumbeschränkung wegen — nicht in allen Einzelheiten behandelt werden konnte, sei noch einer seltsamen, bisher unbekannten Erscheinung gedacht, die für den mit der Biologie der Bienen vertrauten Forscher etwas außerordentlich Merkwürdiges hat.

Vor mehr als 100 Jahren machte der getreue „Sekretär" des bereits in jungen Jahren völlig erblindeten Naturforschers François Huber, der eingangs schon genannte Burnens[1]), dem in der Hauptsache alle biologischen Erforschungen Hubers zu verdanken sind, eine Beobachtung, die meines Wissens in der wissenschaftlichen Literatur nur von Lubbock gelegentlich kurz erwähnt und in der enorm umfangreichen bienenwirtschaftlichen Literatur, soweit ich zu ersehen vermag, auch nur an einer Stelle und dann unrichtig angezogen wird (Walker 1902).

In dem Werke von Fr. Huber heißt es gelegentlich der Beobachtung einer soeben ausgeschlüpften jungen Königin: „Die junge Königin wurde der Gegenstand unserer ganzen Aufmerksamkeit. Ging sie an den königlichen Zellen vorbei", (die noch mit anderen jungen Königinnen besetzt waren), „so zerrten, bissen und vertrieben sie die wachehaltenden Bienen, schienen sogar sehr erbittert gegen sie zu sein und ließen sie nicht eher unangefochten, als bis sie weit von jeder königlichen Zelle entfernt war." (Diese Schilderung

[1]) „Zuletzt sollte ich auch noch der Augen, welche die meinigen ersetzt hatten, der Gewandtheit und Hingebung, über die ich 15 Jahre lang zu verfügen gehabt, beraubt werden. Burnens, dieser treue Beobachter, dessen Dienste ich immer freudig anerkennen werde, ist in den Schoß seiner Familie durch häusliche Angelegenheiten zurückgerufen und von seinen Mitbürgern bald nach Verdienst gewürdigt, einer der ersten Beamten eines ziemlich beträchtlichen Distrikts geworden." Fr. Huber (1814; s. auch die deutsche Übersetzung von Kleine 1867, 2. Aufl., 2. Bd., S. V). Burnens war ein geborener Naturforscher von ungewöhnlichen Fähigkeiten. Sein Name und seine Verdienste sind leider allzusehr in den Hintergrund getreten.

erscheint ein wenig übertrieben, ich habe eine derartig eifrige Abwehr noch nicht bemerkt. v. B.) „Dies Verfahren wiederholte sich im Verlaufe des Tages öfters. Sie sang zweimal" (die Königin tütete also, s. S. 124); „als wir sie diesen Ton hervorbringen sahen, stand sie still, ihre Brust war gegen die Wabe gedrückt, ihre Flügel waren auf dem Rücken gekreuzt, sie bewegte sie, ohne sie aus dieser Lage zu bringen. Welches auch der Grund sein mochte, warum sie diese Stellung einnahm, die Bienen schienen davon ergriffen zu sein, sie neigten alle das Haupt und standen unbeweglich"[1] (Kleine-Huber 1867, 1. Bd., S. 188).

Wenn Walker (1902) den Inhalt dieses letzten Satzes mit den Worten bezweifelt: „Kein späterer Beobachter hat dies bestätigt und es ist wohl möglich, daß Huber sich hier doch einmal geirrt haben könnte", so möchte ich hier Huber oder richtiger Burnens zur Seite stehen, denn ich habe mehr als einmal beobachtet, daß in der Tat einzelne in der Nähe einer tütenden Königin befindliche Bienen für einen Moment in einen Zustand der Unbeweglichkeit verfallen. Die allzu vermenschlichende Schilderung des Vorganges hat hier, wie schon so oft (vgl. Butt.-Reep. 1909 b), eine falsche übertriebene Beleuchtung und daher einen nicht völlig richtigen Eindruck bewirkt. Wie im Kapitel über die Biologie schon bemerkt, genießt die tütende — also jungfräuliche Königin — noch nicht eine große Beachtung seitens der Arbeiterinnen, das tritt, offenbar wohl durch den veränderten Individualgeruch, erst nach der Befruchtung ein. So sind es nur einige wenige ganz in der Nähe der Königin befindliche Bienen, die diese seltsame Ruhestellung, Horchstellung (?) einnehmen, ein Vorgang, der leicht übersehen wird, zumal er nur einen Augenblick dauert. Burnens hat also richtig beobachtet.

Doch nicht hiervon sollte in der Hauptsache die Rede sein, sondern von einer künstlich hervorzurufenden, erstaunlich gesteigerten Äußerung dieses Phänomens.

Öffnet man einen volkreichen Kastenstock, dessen Waben parallel zu der hinteren Glastür hängen, bei dem man also auf die Breitseite der letzten Wabe sieht (doch auch andere Konstruktionen sind geeignet), so hat man dort viele Hunderte in Bewegung befindliche Bienen, die die Wabe dicht belagern. Streicht man nun mit leichtem Druck mit der trockenen Fingerspitze über die Glasscheibe, so entsteht kein Ton und eine Einwirkung auf die Bienen bleibt aus,

---

[1]) Von mir gesperrt. v. B.

sowie man aber die Fingerspitze anfeuchtet[1]), so wird ein eigentümlicher Laut erzeugt, wie man es an jeder Fensterscheibe probieren kann, und wie mit Zaubergewalt geht es gleich einer urplötzlichen Erstarrung durch das unruhige Gewimmel der ganzen Wabenseite. Der Anblick ist so verblüffend, die plötzliche Unbeweglichkeit dieser unruhigen Geschöpfe, die man sonst durch keine Macht zur völligen Ruhe bringen könnte, ist etwas so eigentümliches, daß man in Staunen dasteht. Aber nur wenige Momente und die Erstarrung weicht und das Gewimmel ist wie zuvor.

Hier tritt also das sehr Unerwartete in die Erscheinung, daß ein Ton nicht Bewegung, sondern Ruhe hervorruft. Beleuchtet man von dieser Erfahrung und besonders auch von dem schnellen Abklingen der Einwirkung aus die früher geschilderten Pfeif-, Schrei- und Lärmszenen, so wollen sie noch weniger beweiskräftig in bezug auf das Nichthören erscheinen. Man hat unwillkürlich bei derartigen Vorgängen die menschliche Psyche in Insekten hineingetragen und Erschrecken, Beunruhigung, wilde Bewegung erwartet, ohne zu bedenken, ob z. B. ein Erschrecken durch Töne in der Möglichkeit liegt, zumal wenn diese Töne, wie früher schon erwähnt, keine biologische Bedeutung für die Bienen besitzen.

Hat nun aber dieser Fensterton Ähnlichkeit mit dem „Tüten“, welcher Vergleich natürlich zuerst auftaucht? Es ist das schwierig zu entscheiden, da wir es bei dem Glaston nicht mit einem reinen Ton, sondern mit einer Mischung von Tönen zu tun haben. Es ist sehr wohl möglich, daß dabei Anklänge an das „Tüten“ entstehen.

Da die Waben frei im Stocke hängen und nur der seitlich überstehende Oberteil des Wabenrähmchens die Stockwand berührt, handelt es sich auch in diesem Falle meiner Ansicht nach nicht um ein Vibrieren der Unterlage, sondern um direkte Einwirkung der Luftschwingungen.

Elftes Kapitel.

Die Instinkte der Biene.

Von zahlreichen Instinkten der verschiedensten Art war schon in den früheren Kapiteln die Rede. Es kann sich hier nicht darum

[1]) Ein hiesiger Bienenvater — H. Huntemann — machte mich auf diese von ihm zufällig entdeckte Erscheinung aufmerksam.

handeln, noch einmal alle Instinktsäußerungen wieder aufzuführen, nur hin und wieder wird eine kurze Wiederholung nicht zu vermeiden sein. In der Hauptsache wird es sich in diesem Kapitel darum handeln, eine Reihe von Instinkten und einige morphologische Ausgestaltungen im Licht deszendenztheoretischer Betrachtungen darzulegen. In dieser Hinsicht gewinnen alle die Erscheinungen eine erhöhte Bedeutung, die uns Fingerzeige in die ferne Vorzeit zu geben vermögen.

Atavistische Erscheinungen im Bienenstaat. Bei einigen der morphologischen Befunde springt ihr atavistischer Wert in so klarer Weise in die Erscheinung, daß an der Deutung nicht gezweifelt werden kann, bei anderen bewegen wir uns auf hypothetischem Boden und je nach der verschiedenen Auffassung der Vorgeschichte des Bienenstaates wird man vielleicht eine andere Erklärung heranziehen. Die Rückschlagsinstinkte treten oft nur unter anormalen Verhältnissen zutage.

Atavistische Merkmale der Königin. Auffällig sind bezüglich der morphologischen Bildungen die breiten Tibien und Metatarsen des dritten Beinpaares, die eine Gewähr zu geben scheinen, daß auch die Königin in früheren Zeiten Pollen gesammelt haben muß, wenn ihr auch jetzt alle Sammelapparate an diesen Gliedteilen fehlen. Wenn Plate (1912) meint, daß die Königin noch „ein Körbchen hat", so dürfte das wohl ein Irrtum sein. Sie besitzt weder die Körbchenvertiefung, noch die Körbchenhaare, noch den Pollenkamm, das Depstum, den Traduktor usw., und statt der biologisch notwendigen Glätte (Haarlosigkeit) der Tibienaußenseite (s. Kapitel 8) zeigt sich eine relativ starke Behaarung der ganzen Fläche. Plates weitere Ansicht, daß sich die Arbeiterinnen hinsichtlich der Rüssellänge „progressiv" verhalten, ist wohl kaum beweisbar. Hingegen ist der Rüssel der jetzigen „Königin" wohl regressiv; er wird nicht mehr zum Sammeln des Nektars gebraucht und ist kleiner geworden, wie alle ihre Arbeitsorgane verkümmert sind, während die Ovarien an Umfang beträchtlich zugenommen haben, also als progressiv bezeichnet werden müssen. Die Ansicht Plates dürfte auf der früher erwähnten Anschauung basieren, daß die Arbeiter als typische Staatserzeugnisse nun auch stärker umgewandelt seien als die Königin, doch liegt der Fall gerade umgekehrt (siehe S. 88). Der atavistischen geradlinigen Form des Metatarsus der Königin wurde bereits früher (S. 11) gedacht. Die Ansicht Demolls, daß die Königin eine atavistische Vorstufe der Arbeiterin sei, trifft nur infolge ihrer Arbeitsdegeneration und demgemäßen Rückbildung

einige wenige morphologische Merkmale, zu denen ich auch z. B. den gekrümmten Stachel, das Fehlen der Wachserzeugungsorgane usw. rechne. Seine weitergehende Anschauung glaube ich (1911) widerlegt zu haben.

Klammerorgane der Drohne. Betreffs der auffälligen Breite besonders des Metatarsus der Drohne an den Hinterbeinen hat man die Ansicht ausgesprochen, daß wir es hier lediglich mit einer Übertragung weiblicher Bildungen zu tun hätten. Man hat dabei aber übersehen, daß diese Form eine biologische Bedeutung besitzt, und es ist merkwürdig, daß die Aufmerksamkeit noch nicht hierauf gelenkt wurde. Es ist m. E. ein Klammerorgan, nützlich beim Begattungsakt zum besseren Festhalten. Ein Beweis hierfür liegt schon darin, daß z. B. die Drohne der *Apis florea* am gleichen Gliedteil überdies einen besonderen Auswuchs besitzt, gleich dem Daumen an einem Fausthandschuh (Butt.-Reep. 1903). Bei der *Florea* erscheint diese Vergrößerung bzw. Vervollkommnung des Klammerorganes deshalb notwendig, weil die Größendifferenz zwischen Königin und Drohne eine sehr beträchtliche ist. Ich erinnere auch an die Klammerorgane bei den Männchen diverser solitärer Bienen. So besitzt z. B. *Habropoda tarsata* noch eine kräftige Verbreiterung des Metatarsus in Gestalt eines Dornes usw. Die leicht nach außen gebogene Form der Drohnenmetatarsen, sowie der auffällig starke innere Borstenbesatz weisen ebenfalls auf den Klammerzweck hin. Nach meiner Ansicht ist auch die besondere Form der Klauen bei der Drohne der *Apis mellifica* zum besseren Festhalten von Bedeutung. Ihre größere Länge und besondere Spaltung erscheint sehr wohl geeignet, ein Zwischenklemmen der Chitinhaare usw. zu bewirken.

Die atavistische Bauart der Weiselzelle. Es ist zweifellos sehr auffällig, wenn wir die Bauart der Weiselzelle so vollkommen aus dem Rahmen der typischen sechseckigen Bienenzelle herausfallen sehen. Auf der Fig. 57 zeigen sich uns 13 Weiselzellen in natürlicher Größe, die auf einer künstlichen Mittelwand errichtet wurden. Man stellt diese Mittelwände her, indem durch eine sogenannte Wabenpresse einer dünnen Wachsschicht beiderseits die Böden, die Anfänge von Arbeiterzellen, eingeprägt werden. Man vergleiche auch die Figuren und die Beschreibung auf S. 111. Diese Manipulation wird einerseits vorgenommen, um ein schnelleres Erzielen von neuen Waben zu bewirken, andererseits, um die Bienen am Bauen der größeren Drohnenzellen zu verhindern. Der Instinkt wird also künstlich irregeleitet! Da in dem vorliegenden Falle in den Bienen die Schwärminstinkte schon stark rege waren, wurden die

Zellenanfänge fast gar nicht ausgebaut, wie das deutlich auf der Abbildung erkennbar ist, der dadurch vorhandene größere Raum dagegen zum Teil mit Weiselzellen besetzt.

Die rundliche Form der Zellen erscheint als eine altertümliche Bauweise, die den Gedanken nahelegt, hier noch Instinkte aus fernster



Fig. 57. (Original.) Natürliche Größe.
Weiselzellen auf nicht ausgebauter künstlicher Mittelwand.
Vier Zellen sind noch besetzt, einige soeben verlassen, wie der noch an der Mündung hängende, von der Insassin mit den Beißzangen aufgeschnittene Deckel anzeigt, und die übrigen bereits mehr oder minder wieder abgetragen.

Vergangenheit tätig zu sehen. Ich brauche nur an die Zellen der solitären Bienen oder der Hummeln zu erinnern. Es ist sehr wohl möglich, daß die *Apis*-Arten früher alle Brutzellen nach einmaliger Benutzung wieder abtrugen, sehen wir dieses Verfahren doch auch jetzt noch bei primitiveren Staatenbildungen, z. B. bei den Hummeln und den Meliponiden. Bei *Apis* geschieht das jetzt nicht mehr.

Wohl aber sehen wir diesen phyletisch alten Instinkt an den vielleicht phyletisch alten Weiselzellen wieder in die Erscheinung treten, die nach einmaliger Benutzung, wie das früher schon erwähnt wurde, wieder abgenagt werden. Auf der Fig. 57 sind einige teilweise abgetragene Zellen sichtbar.

Die Größendifferenz zwischen Königin und Arbeitern. Bei näherer Betrachtung dieser Verhältnisse taucht die Frage auf: war die Größendifferenz zwischen der Königin und den Arbeitern in früheren Zeiten dieselbe, d. h. ist die Königin, nachdem das Stadium der gleich großen Formen, das, wie aus den Erörterungen über die Stammesgeschichte ersichtlich sein dürfte, in den ersten Anfängen der Staatenbildung bestanden haben muß, ist also die relative Größe der Königin stets beträchtlicher gewesen als die relative Größe der Arbeiter? Mit anderen Worten: ist die Differenz zwischen beiden Formen dadurch entstanden, daß die Königin im Laufe der Stammesgeschichte größer wurde, oder dadurch, daß die Arbeiter relativ kleiner geworden sind?

Es liegt nahe, anzunehmen, daß es im Interesse des Volksverbandes war, allmählich in der Eiablage leistungsfähigere Weibchen zu erzielen, und daß daher wohl bald eine relative Größenzunahme der Mutterbiene erfolgt sein wird. Aber wir sehen vielfach, z. B. bei den Termiten, bei den Meliponiden und auch bei der *Apis dorsata*, daß die besondere Größenzunahme erst sekundär erfolgt, d. h. im individuellen Leben, wenngleich auch hier hin und wieder ein geringer Größenunterschied mit den Arbeitern von Anfang an zugunsten der Königin vorhanden ist. Am auffälligsten ist diese sekundäre Zunahme bei den Termiten. Während Männchen und jungfräuliche Weibchen bei diesen gleich groß sind, so daß sie nicht unterschieden werden können, schwillt das Abdomen des Weibchens nach und nach zu enormem Umfang an. Bei den Ameisen liegen die Verhältnisse sehr verwickelt (Emery 1894) und gehe ich nicht darauf ein.

Ich bin der Ansicht, unter Berücksichtigung aller Verhältnisse, daß die vorhandene Größendifferenz weniger, um mich kurz auszudrücken, durch die Königin bewirkt wurde, als durch ein relatives Kleinerwerden der Arbeiter.

Worin besteht der Vorteil der Staatenbildung im Lebenskampf? In der Vielheit der Individuen, also der Bruternährerinnen usw. Je volkreicher sich im Durchschnitt ein Staatsverband halten kann, je überlegener wird er meistens im Kampf ums Dasein sein. Auf welchem Wege konnte Naturzüchtung diese Vielheit erreichen? Da-

durch, daß jeder Volksgenosse, also jeder Arbeiter, mit dem zulässig geringsten Minimum an Nahrung, Pflege und Raum auskam. Je genügsamer die Arbeiter bei voller Leistungsfähigkeit in dieser Hinsicht wurden, je kräftiger stand das Volk da und konnte im Vorzug vor anderen von einer phylogenetischen Stufe zur anderen emporsteigen. Dieses Minimum bedingte aber meines Erachtens bei den Arbeitern der *Apis mellifica* ein gewisses Abnehmen der Körpergröße. Der starke Fettansatz, den sich die Königin früher heranmästen mußte, um die Zeiten der Not zu überdauern bzw. um winterständig zu sein, war für die Arbeiter nicht mehr vonnöten, ebenfalls nicht mehr der Körperraum für volltätige Ovarien; hierdurch mußte naturgemäß die Körpergröße abnehmen (vielfach wohl auch durch besondere biologische Bedingungen bzw. Anpassungen). Die nötige Reservenahrung wurde nicht mehr in Gestalt von Fett im Körperinneren deponiert, sondern in Gestalt von Honig und Pollen in die leeren Brutzellen oder ursprünglich vielleicht auch in besondere dafür geschaffene Zellen.

Diese ganzen Verhältnisse haben wohl sicher auch ein Kleinerwerden der Eier bewirkt, da die Selektion auch nach dieser Richtung vielfach tätig gewesen sein dürfte[1]). Naturgemäß wuchs hiermit auch die Leistungsfähigkeit der Königin, ohne ein Zunehmen der Körpergröße zu bedingen. Daß diese Wege unter besonderen biologischen Bedingungen bei anderen Staatenbildungen nicht immer beschritten wurden, ist wohl sicher. Jedenfalls beruht der jetzige Größenunterschied zwischen der Königin der *A. mellifica* und den Arbeitern auf differenter Keimesanlage (vgl. 1911); da er aber, wie schon ausgeführt, je nach der Ernährung usw. der Larve hervorgerufen werden kann, bzw. aus jeder jugendlichen Arbeiterlarve eine Königin hervorzugehen vermag oder umgekehrt, so ist dieser Größenunterschied ein somatogener durch blastogene Anlage.

Werden Arbeiter in den größeren Drohnenzellen erzogen, wie man das dadurch erreichen kann, daß man einem Volk nur Waben mit Drohnenzellen gibt (Butt.-Reep. 1908a usw.), so bleibt die Körpergröße dieselbe. Man hat die kleinen Arbeiterzellen hin und wieder als Zwangsjacken angesehen und gemeint, die Zellengröße bestimme die Körpergröße. Das ist aber unrichtig. Auch Drohnen,

---

[1]) Man vergleiche z. B. die winzig kleinen Eier der *A. mellifica* mit den riesigen einer solitären Biene, z. B. *Halictus quadricinctus* F. Es ist mir sehr wohl bekannt, daß die Meliponiden im Verhältnis zur *A. mellifica* sehr große Eier aufweisen, aber die Meliponiden haben auch nicht die hohe Stufe der *A. mellifica* erreicht.

die infolge einer Instinktsirrung in Weiselzellen entstehen, werden nicht größer als normal erzogene (Butt.-Reep. 1904). Ein Kleinerwerden der Arbeiter tritt, soviel ich bisher feststellen konnte, in Hungerjahren auf. Sie sind trotzdem völlig normal. Analoge Erscheinungen der letzteren Art bietet das Insektenleben vielfach. Drohnen, die in Arbeiterzellen entstehen, bleiben ebenfalls wegen Nahrungs- und Raummangel klein. Das sind durch besondere Notstände hervorgerufene Bewirkungen.

Die Sporen (Calcaria) bei der Honigbiene. „Bekanntlich nimmt die *Apis mellifica* unter allen europäischen Bienen durch den Mangel der Sporen (Calcaria) an den hintersten Schienen eine ganz auffällige, seltsame Ausnahmestellung ein.

Wozu die Sporen dienen, ist nur zum Teil bekannt. Nach allgemeiner Annahme sollen sie Stützorgane beim Laufen und besonders beim Kriechen in engen Nestgängen sein (Friese 1896), doch befriedigt diese Erklärung nicht völlig, da wir sie bei Insekten sehen, die keine Nestgänge bauen, z. B. bei *Polistes*, und sie andererseits bei ungemein gewandten Insekten, die sich oft überdies lange Nestgänge anlegen, wie die stachellosen Bienen, nicht vorkommen. Jedenfalls dienen die Sporen nach meiner Beobachtung jetzt vielfach doppelten Zwecken; z. B. besitzt *Vespa crabro* L. an den drei Beinpaaren! Putzscharten, denen die Sporen, die ebenfalls einen mehr oder weniger starken Bürstenbesatz tragen, so zugeordnet sind, daß sie das zu reinigende Glied in die Putzscharte hineindrücken bzw. umschließen. Sämtliche solitäre Bienen tragen in den bis jetzt bekannten etwa 8000 Arten (mit wenigen Ausnahmen *Ceratina aenea* usw.) alle die doppelten typischen Sporen an den Schienen der Hinterbeine, nur bei *Samba calcarata* Friese sind sie — als Unikum — in der Einzahl vorhanden (Friese 1908b).

Offenbar sind die Sporen ein uralter Besitz, der nach meiner Ansicht vielleicht auf schnellaufende, räuberische, in engen Gängen wohnende bzw. eindringende Vorfahren hindeutet. Schon sehr früh, ich beschränke mich hier auf die Hymenopteren, verbreiterte sich wohl der Sporn der Vorderbeine zu dem bekannten Deckel der Putzscharte und sind dann die Doppelsporen der beiden anderen Beinpaare, je nach den sich wandelnden biologischen Verhältnissen, umgeformt worden und teilweise oder ganz weggefallen.

Da nun die *Mellifica* zweifellos von sporentragenden Vorfahren abstammt, so forschte ich nach diesen Sporen intensiver und ich fand sie denn auch, allerdings nicht bei der Imago, sondern bei der Puppe!

Wenn man sich vergegenwärtigt, ich ziehe hier nur die Holometabolen heran, daß die Larve und demgemäß auch die Puppe stammesgeschichtlich jünger ist als die Imago, ohne dabei präimaginale Formen ganz einzubüßen (Deegener 1909), so war die Aussicht, dort phylogenetisch ältere Spuren zu finden, recht schwach, zumal wir gerade bei den Jugendstadien der Holometabolen eine so weitgehende Fähigkeit treffen, alles umzumodeln und das nicht mehr Brauchbare zu beseitigen. Ich war daher sehr überrascht, die Sporenrudimente in recht kräftiger Anlage zu entdecken. Bedenkt man, daß diese weichen Hautausstülpungen für die Puppe keinerlei Bedeutung haben, so ist es aufs höchste erstaunlich, daß sich dieser merkwürdige Atavismus so viele Jahrhunderttausende hindurch erhalten konnte.

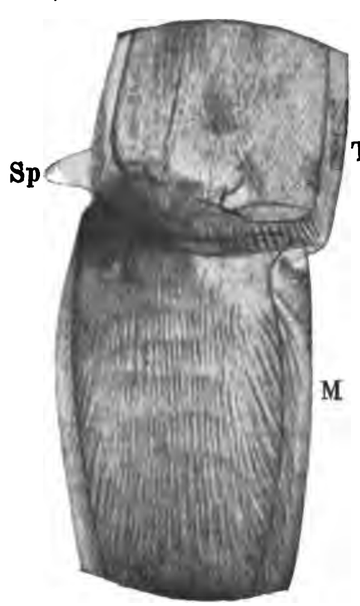


Fig. 58. (Original.)
Der Sporn der *Apis mellifica* L.
Sp Sporn, *T* Tibia, *M* Metatarsus.
(Nach Photogr.)

Auf der Abbildung (Fig. 58) sehen wir zu äußerst die Konturen der Puppenhaut, darunter die Umrisse der Imago; am Gelenk, zwischen *T* und *M*, die Chitinborsten des Pollenkammes und tiefer die Reihen der »Bürste« usw. Der zweite sehr viel kleinere Sporn ist auf der Abbildung nicht sichtbar. Die Lage des zweiten Sporns sei aus der nachstehenden schematischen, mit dem Zeichenprisma (Abbe) entworfenen Zeichnung (Fig. 59) ersichtlich.

Die Sporen finden sich bei den Puppen aller drei Bienenwesen in der typischen Form, d. h. der eine Sporn ist länger als der andere. Die Größenunterschiede sind hier allerdings auffällig stark. So markiert sich bei der Drohnenpuppe der kleinere Sporn nur noch als ganz schwache Erhebung, dafür ist der andere im Verhältnis zu dem der Königin und der Arbeiterin der längste.

Sehr interessant ist, daß alle drei Formen hinsichtlich der Sporenausgestaltungen konstant voneinander abweichen. Es wird hierdurch der Schluß nahegelegt, daß schon in jenen fernen Zeiten, als die *Apis mellifica* noch Sporen als Imago trug, bereits eine Differenzierung in Arbeiterin und Königin oder doch

in biologisch bzw. in den Instinkten voneinander abweichende Formen durchgeführt war!

Die Bedeutung dieses an und für sich geringfügigen Befundes erhöht sich vielleicht dadurch, daß auf Grund dieser Feststellung ein Insekt, das durch seine Staatenbildung und durch seine volkswirtschaftliche Bedeutung das Interesse weitester (Laien) Kreise in Anspruch nimmt, im Gegensatz zu früher ein besonders gutes und nicht wegzudisputierendes Beweisstück geworden ist für die Deszendenztheorie. Auf die »Unveränderlichkeit der Biene« ist schon so oft von Gegnern der Entwicklunglehre gepocht worden, daß die gefundenen kleinen Sporen die Gedanken nun möglicher-

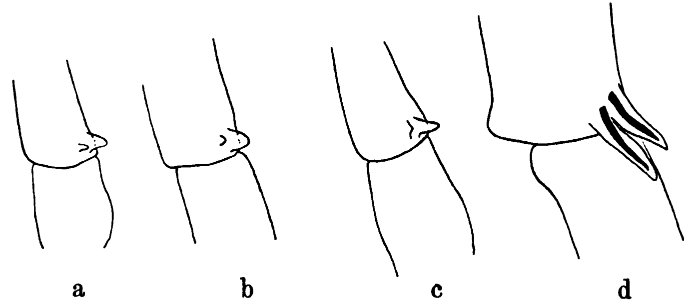


Fig. 59. (Original.) Die Sporen (Calcaria)-Rudimente in Gestalt von Hautausstülpungen an den Hinterschienen der Puppen von *Apis mellifica* L.

a Arbeiterin, *b* Königin, *c* Drohne. Daneben zum Vergleich *d* die Sporen bei der Puppe von *Bombus distinguendus* Mor.

weise eher in andere Richtung lenken werden. Für den Naturforscher bilden sie freilich nur ein kleines unbedeutendes Glied mehr in einem überreichen Gefüge" (Butt.-Reep. 1911).

Atavistische Instinkte beim Eintreten der Weisellosigkeit. Über die außerordentlich starke Veränderung des Verhaltens der Arbeiter im weisellosen Volke wurde schon oben (S. 183) hingewiesen. Es scheint, daß dieses vollkommene Verstörtsein alte Instinkte wieder zum Vorschein bringt, die im normalen Verlauf der Dinge nicht in die Erscheinung treten. Geht die Königin irgendwie zugrunde und haben die Arbeiter nicht genügend junge Brut zur Nachzucht, so treten schließlich nach acht bis zehn und mehr Tagen, oft erst nach Wochen (manchmal gar nicht, v. Berlepsch 1873) eine große Menge von Arbeitern, die sogenannten „Afterköniginnen" oder „Drohnenmütterchen", in die Eiablage ein[1]). In erster Linie

[1]) Wenn O. vom Rath (1894) erwähnt, daß Afterköniginnen „nach Angaben der Imker das Flugvermögen gänzlich verlieren", so ist es richtig, daß

dürften es die Brutammen sein, die den Futterbrei, da es keine Jungen mehr zu füttern gibt, zur eigenen Nahrung verwenden und ich vermute (1900), daß hierdurch die Entwicklung der Ovarien angeregt wird und das Produzieren von Eiern beginnt (s. auch Leuckart 1858, Paul Marchal 1896a). Die Annahme v. Siebolds (1856), daß zufällig einige in der Nähe von Weiselzellen befindliche Arbeiterlarven vom Königinnenfutterbrei mit abbekommen hätten und dadurch die Ovarien zur Tätigkeit getrieben würden, ist unrichtig, da unter anderem die große Anzahl der eierlegenden Arbeiter — in Stöcken mit vielen jugendlichen Bienen oft mehr als dreiviertel der Insassen — dagegen spricht. Die unbefriedigten Fütterinstinkte bei stärkerer eigener Ernährung treiben dann immer mehr Arbeiter zur Eiablage. Hierbei bemerkt man nun, daß die Arbeiter im Vorzug die Drohnenzellen bestiften. Es walten hier wohl im Grunde dieselben Instinkte, die die Arbeiter veranlassen, vor dem Schwärmen, also vor dem Erwarten junger Königinnen,

---

man in der älteren bienenwirtschaftlichen Literatur derartigen Phantasien begegnet. Unrichtig ist die Angabe desselben Autors, daß „nicht selten in einem weiselrichtigen Stock neben der normalen Königin noch eine Afterkönigin mit der Eiablage beginnt". Das ist bei der deutschen Honigbiene nicht oder ganz überaus selten der Fall; eine wirklich exakte Beobachtung liegt meines Wissens überhaupt nicht vor, während es bei der ägyptischen *Apis fasciata* häufiger in die Erscheinung treten soll. Doch kann ich nicht bestätigen, daß es dort „regelmäßig" vorkommt, wie man früher behauptete (Butt.-Reep. 1906, S. 174, 175). Wenn Dzierzon (Berlepsch 1873) einen einzigen Fall einer Afterkönigin neben einer fruchtbaren Königin aufführt, so schließt er das lediglich aus dem Vorhandensein schwarzer Drohnen in einem Italienervolk. Ihm war damals — 1854 — noch nicht bekannt, daß Drohnen sich leicht verfliegen. Diese stammten also wohl aus einem Nachbarvolk (vgl. S. 40) oder aus den „Bruttafeln, die aus einem heimischen Volk" in diesen Stock gehängt wurden. Dann aber kommt noch Folgendes in Betracht. Es ist seither mehrfach konstatiert worden, daß in anscheinend echt italienischen Völkern neben — kurz gesagt — gelben Drohnen auch schwarze erscheinen, und man hat das als einen Beweis dafür angesehen, daß im Grunde die italienische Rasse keine reine sei, wie das auch sicherlich der Fall sein dürfte (vgl. S. 22). — Aber das Rätsel wird dadurch nicht völlig gelöst, denn mit Recht wird man fragen, warum erscheinen denn nicht auch hin und wieder schwarze Arbeiter unter den gelben? Zurzeit habe ich auf meinem Beobachtungsstande ein hochgelbes Volk, eine Züchtung aus syrisch-cyprischem Blute. Die Königin ist fast ganz gleichmäßig gelb. Die Arbeiter zeigen ohne Ausnahme das gelbe Scutellum und rein schwarz ist meistens nur das letzte sechste Adominaltergit, doch variiert die gelbe Färbung. Jedenfalls gibt es keine schwarzen Arbeiter darunter. Neben stark gefärbten Drohnen erscheinen aber von Zeit zu Zeit ganz gleichmäßig schwarze, die mit Sicherheit aus demselben Volke stammen. Zur Erklärung dieser seltsamen Erscheinung, die schon so viel Staub namentlich

Drohnenzellen zu bauen, dieselben Instinktstendenzen, die es verursachen, daß in weisellosen Völkern die Drohnen nicht vertrieben werden, obgleich in normalen Völkern die „Drohnenschlacht“ vor sich geht. Merkwürdigerweise finden sich aber auch Eier in den Pollenzellen, die stets nur etwa vierfünftel mit Pollen gefüllt werden. Da nun eine biologische Notwendigkeit nicht ersichtlich ist, warum diese Zellen nicht ganz gefüllt werden, so scheint mir auch hier noch eine alte Gewohnheit aus der Anfangszeit festgehalten zu sein. Ursprünglich wurde, wie wir es noch bei den Solitären und noch bei den Meliponiden sehen, die Zelle mit honigdurchtränktem Pollen versehen, dann ein Ei daraufgelegt und die Zelle geschlossen. Bezeichnend ist nun, daß die weisellosen Bienen auch diese Zellen aufsuchen und mit Eiern belegen, obgleich eine weit überwiegende Anzahl leerer Arbeitsbienenzellen zur Verfügung steht!

Bei einem Volke fand ich in der Mitte einer sonst leeren Arbeiterzellenwabe auf der einen Seite ungefähr 50 anstoßende Zellen zu $^1/_3$, $^1/_2$ und $^3/_4$ mit Futtergelee (Futterbrei) gefüllt. Ich schloß auf Weisellosigkeit, was sich auch bestätigte. Da ich in der Literatur ein derartiges Vorkommnis nirgends erwähnt finde, so möge es hier angeführt werden. Ich habe eine ganze Anzahl weiselloser Völker im Laufe der Jahre unter Beobachtung gehabt, aber, außer diesem einem Falle, noch niemals derartiges bemerkt.

Bei der Eiablage der Arbeiter tritt noch eine weitere Anormalität auf. Während die Königin bei genügendem Zellenvorrat

in der Parthenogenesisfrage aufgewirbelt hat, möchte ich darauf hinweisen, daß an und für sich das männliche Geschlecht bei sämtlichen *Apis*-Arten die ausgesprochene Tendenz hat, in dunklerer Färbung aufzutreten als die Arbeiter. Es scheint sogar, daß eine gleichmäßig dunkle Färbung die normale sei; jedenfalls ist sie es, wie ich jüngst in Ostindien und im malaiischen Archipel konstatieren konnte, bei der *Apis florea* und der *Apis dorsata*, deren Arbeiter stets mehr oder minder gelb gefärbt erscheinen. Das läßt die Vermutung aufkommen, daß die gleichmäßig dunkle Färbung die ursprünglichere sei und daß wir mit dem sporadischen Auftreten einzelner gleichmäßig dunkler Exemplare von Drohnen lediglich Rückschlagserscheinungen haben, die besonders durch Kreuzungsvorgänge, — selbst gelber Rassen untereinander —, wieder hervorgerufen werden. Wie dem auch sei, jedenfalls kann man nicht die Tätigkeit von Afterköniginnen mit deren Vorhandensein in Verbindung bringen. Unrichtig ist auch die Angabe, daß normale Königinnen „nicht so selten Zellen mit mehreren Eiern bestiften, wenn nämlich die Zahl der Brutbienen nicht ausreicht, die jungen Larven rechtzeitig mit Futtersaft zu versorgen“. Dergleichen tritt nur ein, wenn die Königin bei großer Fruchtbarkeit nicht genügend zur Eiablage vorbereitete „geputzte“ Zellen zur Verfügung hat, wie ich das früher schon erwähnt habe.

stets nur ein Ei in jede Zelle legt, findet man die Eier der Arbeiter stets zu mehreren in einer Zelle; bei den paläarktischen Wespen zeigte sich in weisellosen Kolonien dieselbe Erscheinung (P. Marchal 1896). Ob man es hier mit einem ungeordneten Instinkt zu tun hat oder mit einem atavistischen (sehen wir doch auch jetzt noch in der primitiven Kolonie der Hummeln normalerweise stets mehrere Eier in einer Zelle), dürfte einer verschiedenen Beurteilung unterliegen.

Sehr interessant ist eine Bemerkung Dzierzons (1856), dem damals natürlich eine stammesgeschichtliche Betrachtungsweise völlig fern lag. „Je schwächer ein weiselloses Bienenvolk ist, desto geneigter scheinen die Bienen zu sein, Eier zu legen, als betrachteten sie sich jetzt nicht mehr als Glieder eines großen Ganzen, sondern als selbständige Wesen, die sich auch selbständig, wie andere einzelne Tiere, fortpflanzen müßten.“ Hier steht Dzierzon also unter dem zwingenden Eindruck eines Vorganges, den man heutzutage nur als einen atavistischen, der früheren solitären Lebensweise entsprechenden bezeichnen könnte.

Drohnenzellenbau nach Königinverlust. Der Instinkt, Drohnenzellen nach Verlust der Königin zu bauen, muß als ein atavistischer bezeichnet werden, da diese Zellen zum mindesten bei der *Apis mellifica* temporär unbestiftet bleiben, ihre Anfertigung also ohne jeglichen Nutzen ist. Drohnen aus diesen Zellen sind nicht zur Verfügung, wenn die junge Königin zum Hochzeitsflug hinauseilt. Übereinstimmend wird in der Imkerliteratur bekundet, daß, wenn eine Königin altersschwach wird, deren allmähliche Unfähigkeit sich dadurch kundgibt, daß sie, offenbar wegen beginnender Erschöpfung des Samenvorrates, regellos zwischen befruchtete auch unbefruchtete Eier in Arbeiterzellen absetzt, die Bienen beginnen, Weiselzellen zu errichten, „um sofort Nachwuchs zu haben“. Die Königin soll diese Weiselzellen dann auch bestiften. Da ein solcher Fall selten zur Beobachtung gelangt, ist es mir bis jetzt nicht möglich gewesen, diesen merkwürdigen Instinkt als tatsächlich vorhanden festzustellen. Sein Vorhandensein ist mir zweifelhaft. Jedenfalls errichten die Bienen bei Verlust der Königin Nachschaffungszellen durch Erweiterung bestifteter Arbeiterzellen (S. 81), falls nicht schon bestiftete Weiselzellen vorhanden sind. Da zur Heranzucht einer Nachschaffungskönigin ca. ein- bis zweitägige Larven genommen werden, geht der Befruchtungsausflug nach ca. 14 bis 15 Tagen vor sich. Würden die Drohnenzellen beim Verlust der Königin sofort bestiftet, so könnten die Drohnen frühestens, da die Drohne 24 Tage zur Entwicklung gebraucht, 10 bis 12 Tage nach dem ersten, nehmen wir an vergeb-

lichen Ausflug der Königin vorhanden sein. Da die Königin, falls ihre Ausflüge ohne Erfolg sind, diese längere Zeit fortsetzt, ist eine Möglichkeit vorhanden, daß noch eine Befruchtung erzielt werden kann, obgleich es vorkommt, daß zwei Wochen unbefruchtet bleibende Königinnen in die Eiablage eintreten und nun, wie geschildert, den Trieb zur Begattung überhaupt verlieren. Das Volk geht dann natürlich zugrunde. Wer aber bestiftet die Drohnenzellen rechtzeitig, d. h. sofort nach Abgang der alten Königin? Im normalen Staat der *Mellifica* geschieht dergleichen nicht. Die Bestiftung könnte nur von einer Arbeitsbiene bzw. von mehreren vorgenommen werden, und aus ihren Eiern würden Drohnen entstehen, aber Afterköniginnen sind, wie erwähnt, im normalen Staat der *Mellifica* nicht bei Anwesenheit der Mutterbiene vorhanden, so daß wir sie nicht heranziehen dürfen. Sehr selten geschieht es, daß Drohnenmütterchen Eier legen, wenn eine Weiselzelle im Volke ist. In früheren Zeiten aber werden, schon aus den erwähnten stammesgeschichtlichen Gründen, Afterköniginnen ständig im Volke zugegen gewesen sein und sich stets an der Miterzeugung der Drohnen beteiligt haben, wie wir das gleiche auch heute noch bei den Hummeln und Wespen sehen, und auch bei der *Apis fasciata* scheinen sie, wie bemerkt, noch häufiger neben der Königin vorzukommen. In früheren Zeiten war also der erwähnte Instinkt, Drohnenzellen zu bauen, ein nützlicher, während er jetzt, wenigstens bei unserer Biene, ein vollkommen zweckloser ist. Auch eine Drohnenschlacht wird daher in früheren Zeiten nicht vorhanden gewesen sein, da Drohnen nicht in diesen Mengen erzeugt sein werden, und sich, da wir für früher eine größere Kurzlebigkeit der Geschlechtstiere postulieren mußten (S. 69), bald verbrauchten und verloren.

Drohnen von Afterköniginnen vollwertige Männchen. Aus dieser Betrachtung heraus ergibt sich aber mit Notwendigkeit der Schluß, daß die von Afterköniginnen erzeugten Drohnen vollwertige, fortpflanzungsfähige Männchen sein müssen, wie das in Imkerkreisen immer noch einer Bezweiflung unterliegt, obgleich die Leuckartschen Untersuchungen (1858), die ich zum vollen bestätigen kann, festgestellt haben, daß zwischen den Drohnen, die von einer befruchteten Königin erzeugt wurden, und den von Afterköniginnen hervorgebrachten keinerlei Unterschied besteht. Die Spermatozoen der letzteren weisen auch bei schärfster mikroskopischer Betrachtung nicht die geringste Differenz auf. Hierin liegt noch kein vollgültiger Beweis ihrer absoluten Gleichartigkeit, aber abgesehen davon, daß nicht der geringste triftige Grund vor-

liegt, diese Gleichartigkeit zu bezweifeln, weisen die oben erwähnten biologischen Verhältnisse zwingend darauf hin, daß die von Arbeitern erzeugten Männchen (sogenannte Afterdrohnen) einen Zweck haben müssen, da sie im normalen Staat (bei Hummeln und Wespen) stets und wahrscheinlich in der Mehrzahl von den Arbeitern erzeugt werden und nach meiner festen Überzeugung auch früher im normalen Staat der *Apis*-Arten denselben Ursprung gehabt haben werden usw. Überdies liegen verschiedene, von zuverlässigen Beobachtern gemachte Angaben aus der Imkerliteratur vor, die mit großer Sicherheit durch Afterdrohnen geschehene Befruchtungen beweisen (vgl. Leuckart in v. Berlepsch 1873; Assmus 1874; Fischer 1877; Butt.-Reep. 1905g usw.).

Warum werden die Drohnen im weisellosen Volk nicht abgestochen? Es wurde oben schon kurz auf diese Tatsache hingewiesen. Die zunächst liegende Erklärung, daß dieser nützliche Instinkt, da die Drohnen für die junge Ersatzkönigin zur Befruchtung notwendig sind, sich allmählich herausgebildet haben wird, kann bezüglich seiner recht schwer verständlichen Entstehung auf eine leichter begreifliche Basis gestellt werden. Wir sahen soeben, daß in früheren Zeiten die Drohnen wohl normalerweise von den Afterköniginnen mit erzeugt wurden und überhaupt wohl keiner „Abschlachtung" unterlagen, ferner, daß in weisellosen Völkern verschiedene alte Instinkte wieder aufleben. Es scheint daher, als ob auch dieser Instinkt auf alte Zeiten weist und den früher normalen Zustand wieder in die Erscheinung bringt.

Das Verkitten zum Teil eine atavistische Reminiszenz. Der Instinkt des Verkittens der Risse und Ritzen im Stock ist mir stets aus den jetzigen biologischen Verhältnissen heraus nicht bis zum letzten Rest erklärbar gewesen. Bei Rissen, die Zugluft, Licht oder Näscher hindurchlassen, erscheint ein Verkitten zum vollen verständlich, aber es werden auch Spalten mit Propolis verklebt, bei denen diese Umstände in keiner Weise zutreffen, auch werden die glatten Wände, zum Teil auch die Rähmchen, also die Umgebung der Waben, propolisiert. Die Wachsmotte, der jetzt einzige wirklich in Betracht kommende Feind im Inneren der Stöcke, findet das Feld ihrer Tätigkeit auf den Waben selbst, wenngleich ihr etwaige Ritzen hin und wieder günstig sein werden. Da wir diese Motte bzw. ihre Larven aber oft in Stöcken antreffen, die keine Ritzen besitzen oder deren Fugen vollkommen verkittet sind, so ist ihr Wirken offenbar völlig unabhängig von derartigen Umständen. Es muß eine Zeit gegeben haben, da die Bienen in ständigem Kampfe mit Eindring-

lingen lebten, so daß sich dieser Instinkt in so starkem Maße auszubilden vermochte. Wie schützt z. B. die kleine *Apis florea* im Dickicht des Dschungels ihre Wabe gegen honiglüsterne Räuber, z. B. gegen die dort so zahlreich vertretenen Ameisen? Eine Antwort darüber fand ich nicht. So richtete ich mein Augenmerk besonders auch hierauf, als ich diese Biene vor einiger Zeit in Ceylon beobachten konnte. Es ergab sich, daß die *Florea* den Ast, an dem ihre Wabe hängt, rundum mit einer stark klebrigen Propolis überzieht, so daß Ameisen, die dort wohl im wesentlichen als ständig bedrängende Feinde in Betracht kommen, nicht an den Bau heran können. Ich fand mehrfach verendete Ameisen in diesem Schutzring. Merkwürdig ist, daß dieser Klebstoff seine Klebfähigkeit offenbar sehr lange beibehält.

Nähere Beschreibung und Abbildung gebe ich in dem Reisebericht. Hier liegt also der Ursprung dieses Instinktes, der in der Wildnis ein absolut erforderlicher war. Die ägyptische Honigbiene hat den Instinkt des Verkittens fast ganz verloren. Zwei ägyptische Völker, die ich längere Zeit hielt, verkitteten nichts. In ihrem Vaterlande tritt dieselbe Erscheinung auf. Trotzdem gedeiht die *A. fasciata* vortrefflich. Ein Beweis mehr vielleicht, daß im Verkitten Atavistisches liegt, was jetzt mehr oder minder entbehrt werden kann und nur noch aus alten Instinkten heraus bei einigen *Apis*-Arten mitgeführt wird.

Atavistisches beim Schwärmen. Wie auf S. 85 ff. erwähnt, liegt dem Schwärmen sicher wohl der alte Nestfluchtinstinkt der solitären Vorfahren zugrunde, der sich später unter Umständen in einen regelrechten Wanderinstinkt umwandelte und das ganze Volk unter völligem Verlassen des Baues je nach den Nahrungsquellen in andere Gegenden führte, wie wir das heute noch an der indischen Wanderbiene, der *Apis dorsata*, sehen und wie es Vosseler (1907) sogar noch für die afrikanische Varietät, der *Apis mellifica*, angibt (S. 76). Ob sich das teilweise Abziehen des Volkes, wie es uns das typische Schwärmen der *Mellifica* zeigt, aus dem Ganzabschwärmen später entwickelte, in Gegenden, die ein Fortwandern wegen stetiger guter Tracht nicht mehr erforderlich machte, ist wahrscheinlich, da der Wandertrieb unbedingt schon vorhanden gewesen sein muß, wenngleich dieser sich heute aus anderen biologischen Veranlassungen ergibt. Jedenfalls haben wir auch heute noch ein Fortwandern des ganzen Volkes bei der *Mellifica* unter anormalen Umständen, und wenn auch die Honigbiene ein Modifikationsvermögen ihrer Instinkte erkennen läßt, so ist

andererseits die Plastizität des Handelns bei ihr so gering, daß ich diesen plötzlich auftauchenden gemeinsamen Instinkt des ganzen Volkes nur befriedigend auf den früheren uralten Wanderinstinkt zu begründen vermag. So zieht ein Volk der *Apis mellifica* insgesamt aus seiner Wohnung, wenn es dicht vor dem Verhungern ist. Es sind das die „Hungerschwärme“, die dem Imker wohlbekannt sind. Auch wenn die Wachsmotten zu sehr in den Waben überhandnehmen, zieht das Volk als „Mottenschwarm“ (vgl. auch Dennler 1890) davon, desgleichen soll das Volk vor andauernden üblen Gerüchen weichen und sich davon machen usw. (s. auch Butt.-Reep. 1903). Der Hungerschwarm würde also noch ganz mit dem Abziehen des *Dorsata-* und des *Adansoni*-Volkes zusammenfallen.

Der Vollständigkeit halber sei bei dieser Zusammenfassung auch auf die oben schon ausgeführten Atavismen hingewiesen, so auf das Bestiften einer einzigen Wabe auf beiden Seiten (S. 113), auf den Übergang zum Drohnenbau bei reicher Honigtracht (S. 132), und auf das Erscheinen der rudimentären Beinstummeln beim Embryo (S. 32) usw.

Instinktsirrungen. Einige der als atavistisch bezeichneten Instinkte können auch als Instinktsirrungen aufzufassen sein, wie z. B. das Absetzen von mehreren Eiern in eine Zelle seitens der Arbeitsbienen usw.

Die Instinktsirrungen sind mannigfacher Art. So findet man hin und wieder Drohnen in Weiselzellen (s. auch O. vom Rath 1894). Solche männchenbergende Weiselzellen sind an ihrer besonderen Länge kenntlich. Die Drohnenlarve fällt nämlich aus dem Futterbrei, in dem sie schwimmt, beim Größerwerden heraus, vielleicht weil ihr der andersartige Futterbrei nicht zusagt oder weil ihr der Instinkt oder die Fähigkeit fehlt, sich in der senkrecht herabhängenden Zelle zu halten. Die Arbeiterinnen bemerken die Larve dicht an der Mündung und in weiterer Instinktsirrung verlängern sie die Zelle stetig. Meistens sterben die Drohnen vor der völligen Entwicklung ab. Ich habe niemals gefunden, daß sich derartige Drohnen in irgendwelcher Art von normalen Drohnen unterschieden und vermute mit Weismann (1904, 2. Aufl.), daß die vom Rathschen Befunde (1894), der ungewöhnliche Größe, Hemmungsbildungen usw. bei solchen konstatierte, wohl auf andere Ursachen zurückgeführt werden müssen.

Nicht selten findet man Weiselzellen über Drohnen in entweiselten Völkern, die es auch fertig bringen, Weiselzellen über Pollenzellen anzulegen, doch habe ich in einem Falle mit Sicherheit

festgestellt, daß die Königin aus Versehen ein unbefruchtetes Ei in die königliche Wiege abgelegt hatte. Der Boden der Zelle war rund! Die Zelle befand sich nebst normalen Weiselzellen in einem normalen — also weiselrichtigen — Volke mit kräftiger Königin. Unbefruchtete eierlegende Königinnen setzen übrigens auch Eier in Weiselzellen ab. Schon Fr. Huber (1814) war mit dieser Tatsache bekannt.

Beim Regewerden der Schwärminstinkte gehen, wie mehrfach erwähnt, die Bienen zum Bau von Drohnenzellen über. Seltsamerweise ereignet es sich aber hin und wieder, wahrscheinlich wohl nur bei der schwarmfaulen *Apis mellifica-mellifica*, daß die Bienen trotz „Schwarmgedanken" keine Drohnenzellen bauen oder putzen. So fand ich in einem schwarmreifen Volke meines Beobachtungsstandes im Garten des Zoologischen Instituts in Jena nur zwei Drohnenzellen bestiftet, und als ich eine Drohnenwabe hineinhing, bauten die Bienen an dieser Wabe Arbeiterzellen! weiter (1900 a). Ungefähr 14 Tage darauf erfolgte ein „gewaltiger Vorschwarm" und nach weiteren 12 Tagen ein „mächtiger Nachschwarm", in denen sich keine einzige Drohne befand!

Einer ähnlichen Aberration des Instinktes begegnet man in den Fällen, die uns neben normal bestifteten Drohnenzellen befruchtete Eier in Drohnenzellen und umgekehrt zeigen. Derartige Vorkommnisse finden sich mehrfach in der bienenwirtschaftlichen Presse (vgl. Butt.-Reep. 1904). In einem Falle wird sogar berichtet, daß „eine junge Königin ihrer Mutter in dieser Unart nachartete" (ebenda).

Eine eigentümliche Irrung ergibt sich auch daraus, daß Drohnen in Arbeiterzellen ausnahmsweise nicht gewölbt gedeckelt werden, wie die sogenannte Buckelbrut, sondern auch flach (v. Berlepsch 1853a, 1854; Bienen-Ztg. 1854, S. 77; 1865, S. 147; Bienenw. Centralbl. 1904, S. 335 usw.). Aus solchen Zellen gehen naturgemäß sehr kleine Drohnen hervor. Das besondere hierbei ist, da viele Arbeiterinnen beim Bedeckeln tätig sind, daß gleich so viele Bienen irren.

Cheshire (1886 a, S. 180) fand Arbeiterlarven in hochgewölbten Drohnenzellen. Es stellte sich heraus, daß die Königin überhaupt unfähig war, Drohneneier abzulegen (s. weiter unten).

Fast identisch mit meinem Jenenser Falle scheint ein Befund zu liegen, den Prof. Butlerow (1879) in der „Bienenzeitung" beschrieb. Es fand sich Mitte Juni in einem Stocke, der normale Weiselzellen besaß, also schwärmen wollte, keine einzige Drohnenzelle bestiftet und überhaupt keine Drohne. Hier hatte aber offenbar

die Königin wohl überhaupt nicht die Fähigkeit, Drohnen zu erzeugen, doch kann man darüber im Zweifel sein. Derartige Möglichkeiten höchst merkwürdiger Art sind aber mehrfach beobachtet. So gibt W. Günther (1879), ein hervorragender Imker, an, daß er in einem Stocke die Drohnenzellen flach bedeckelt fand. Beim Untersuchen zeigte es sich, daß sie nur Arbeiterinnen enthielten. Drohnen fanden sich nicht. Auch Grobben (1895) berichtet über eine Königin, die unfähig war, Drohneneier abzulegen und verweist auf mehrere andere Fälle (vgl. auch Butt.-Reep. 1902, 1904).

Arbeiter in Buckelbrut. Es ereignet sich auch in weisellosen Völkern, daß die Bienen Arbeiterbrut in Drohnenbrut zu verwandeln suchen, wenigstens muß man dieses daraus schließen, daß sie die Arbeiterzellen zu Drohnenzellen umbauen, also mit hochgewölbtem Deckel versehen. Zwei Bienen aus derartigen Zellen (Buckelbrut) lagen mir zur mikroskopischen Untersuchung vor (1901), sie erwiesen sich als typische Arbeitsbienen. Das vermutlich veränderte Futter hatte keinerlei Einfluß geäußert.

Ich möchte hier auch erwähnen, daß junge Königinnen nicht selten im Anfang die Arbeiterzellen zum Teil auch mit Drohneneiern bestiften. Es finden sich hierfür zahlreiche Belege (Dzierzon 1858, v. Berlepsch 1873 usw.). Später gehen diese Königinnen, wie ich selbst konstatierte, zu völlig korrekter Eiablage über. In solchen, wie auch in mehreren oben erwähnten Fällen haben wir es wohl nicht mit Instinktsirrungen zu tun, sondern mit der temporären oder ständigen Unmöglichkeit, die Befruchtung vorzunehmen infolge irgend eines Mangels der Muskulatur des *Ductus seminalis.*

Vorstehende Tatsachen sind insbesondere sehr beachtenswert für solche, die ohne eingehende Kenntnis der Biologie der Honigbiene über Geschlechtsbestimmungsfragen, Parthenogenesis usw. arbeiten wollen, da durch die Nichtbeachtung solcher Vorkommnisse zahlreiche Irrtümer entstehen können.

Taube Eier. Es sei hier kurz darauf aufmerksam gemacht, daß hin und wieder Königinnen beobachtet wurden, die keine entwicklungsfähigen Eier legten. Leider wurden mir in einigen Fällen nicht die Königinnen zugesandt, sondern nur Wabenstücke mit Eiern, die eingetrocknet ankamen. Ich vermochte in zwei Fällen lediglich zu konstatieren, daß die Eiablage eine unregelmäßige insofern war, als sich in vielen Zellen mehrere Eier befanden. Nach den Angaben waren die Königinnen stets vorher normal eierlegend gewesen, doch finden sich in der bienenwirtschaftlichen Presse Beispiele von Königinnen, die von Anfang an sogenannte „taube“ Eier gelegt

haben sollen. Claus und Siebold (1873) berichten über „taube Bieneneier". Claus konstatierte eine „käsige" Entartung des Dotters, und auch v. Siebold stellte eine Störung in der Bildung normaler Dotterbildungszellen fest. Vom Rath (1894), dem offenbar diese Arbeit unbekannt geblieben war, untersuchte ebenfalls eine derartige Königin, konnte aber trotz Schnittmethode nichts Abweichendes finden. Es erscheint aber nach allem zweifellos, daß die Taubheit der Eier nichts secundäres ist, also z. B. durch mangelhafte Pflege der Eier seitens der Arbeiter usw. hervorgerufen wird, sondern daß die Ursache während der Entstehung der Eier in den Ovarialschläuchen wirksam ist.

Das Einballen der Königin. Ein rätselhafter Instinkt äußert sich in dem sogenannten „Einballen" oder „Einschließen" der Königin. Ich habe dieses Einballen bisher nur im Frühjahr bemerkt. Es scheint einzutreten, wenn ein Volk im Frühjahr durch Herausnehmen der Waben gestört wird. Hat man den Stock wieder geschlossen und sieht etwas später Unruhe bei den Bienen, so findet man hin und wieder die Königin von den Bienen des eigenen Stockes fest eingeschlossen in einem oft mehr als 3 bis 4 cm dicken Ballen. Die Bienen sitzen oft so fest zusammen, daß man sie mit dem Finger auseinander schieben muß, um zur Königin zu gelangen. Ich hatte aber mehrfach den Eindruck, daß der ganze Prozeß durchaus kein friedlicher sei. Ob hier wirklich fremde Bienen darunter waren, wie in solchem Falle von den Imkern angenommen wird (Berlepsch 1873), erscheint mir sehr zweifelhaft. Ich vermute eher eine Instinktsirrung. Die beunruhigten Bienen schließen die Königin vielleicht anfänglich ein, weil sie ängstliche Töne von sich gibt und wegen der Störung davon eilt. Es ist das meines Erachtens keine „Schutzmaßregel", wie z. B. v. Berlepsch annimmt. Eine derartige spontane, vorsorgliche, die Verhältnisse mehr oder minder überschauende Überlegung geht nach meiner Ansicht über die psychischen Fähigkeiten der Biene weit hinaus. Gerät eine fremde Königin in einen Stock, so fallen die Bienen über sie her und ballen sie, falls sie nicht gleich erstochen wird, gleichfalls ein und versuchen sie zu töten. Man hört dann deutlich das Zischen der erregten Bienen und sieht die Stechbewegungen. Hier waren ebenfalls „ängstliche" Töne der Königin und das schnelle Hasten der Angegriffenen auf den Waben zieht nur noch mehr Verfolger heran, deren Wut durch den fremden Geruch und durch das Zischen mehr und mehr gesteigert wird. Holt man eine solche Königin aus dem Ballen heraus, in dem sie längere Zeit gewesen, so sieht sie in der

Tat wie „abgebrüht“ aus und ist oft schon tot. Hier scheint mir aber alles innerhalb der bei den Bienen vorhandenen Instinktsgrenzen zu liegen, während der andere Vorgang bei der eigenen Königin, sofern er ein Schutzinstinkt sein soll, Unverständliches, den Bieneninstinkten nichts Entsprechendes in sich birgt. Ich glaube daher, daß hier, wie gesagt, eine Irrung stattfindet. Die Bienen bemerken dasselbe Gebahren wie bei einer fremden sich angegriffen sehenden Königin, die Verfolgungsinstinkte werden geweckt, und ist die Königin erst von einigen Bienen umringt, so eilen weitere herbei, die, um es vermenschlicht auszudrücken, nicht recht wissen, was da vorgeht, sich zischend in den Tumult stürzen und tapfer mittun und die Balgerei ist fertig. Die Leidenschaften werden aber bei den eigenen Königinnen durch den vertrauten Geruch mehr in Schach gehalten, so daß ihr oft kein Leid angetan wird.

In den Lehrbüchern der Bienenzucht wird mit Recht gewarnt, die Völker im Frühjahr wegen der Gefahr des Einballens der Königin nicht unnötig zu stören, da gerade zu dieser Zeit die Gefahr am größten ist. Möglicherweise ist die intensivere Bewegungsschnelligkeit der noch nicht so stark mit Eiern belasteten Königin, die vorangegangene lange absolute Ruhe des Winters, ferner die größere Reizbarkeit der Bienen zu gewissen Zeiten im Frühjahr, vielleicht auch das Eindringen einzelner Raubbienen die Ursache, daß man die erwähnte Erscheinung in dieser Jahreszeit weitaus in der Mehrzahl bemerkt. Wahrscheinlich klingen diese Ursachen alle zusammen.

Anfallen der eigenen Nestgenossen. Das Einballen der eigenen Königin findet ein Gegenstück in dem mehrfach in der Imkerpresse berichteten Anfallen der Arbeiter untereinander, wohl ebenfalls infolge einer Instinktsirrung. Wenn ich diesen Vorgang auch noch nicht bei den Bienen beobachten konnte, so stellte ich eine ähnliche Erscheinung bei den Ameisen fest, die uns jedenfalls die Gewähr gibt, daß derartiges möglich ist. Bei den Bienen liegen die Verhältnisse insofern anders, als angeblich keine sonderliche Aufregung im Stocke geherrscht haben soll, sondern nur ein fortdauerndes Abstechen der heimkehrenden Nestgenossen, wodurch natürlich eine starke Entvölkerung Platz griff.

„In ein künstliches Nest von *Myrmica laevinodis Nyl.* setzte ich eines Tages eine sehr kräftige Schmeißfliege (*Musca vomitoria*), die wie toll umherwirbelte, sowie sie eine Ameise an den Beinen spürte. Dieses stürmische Gebahren brachte eine Aufregung sondergleichen in der kleinen Kolonie hervor; während die Fliege im rasenden Rundtanz die Ameisen, Larven und Eier umherschleuderte, gelang

es einer Arbeiterin, sich an den Beinen festzubeißen, und nun passierte etwas seltsames, in kurzer Zeit hing ein Klumpen von Arbeiterinnen nicht direkt an dem Bein der Fliege, sondern an dieser Arbeiterin ineinander festgebissen. In die zweite biß eine dritte, vierte, fünfte usw. Diesen Klumpen schleuderte die Fliege mehrfach ab, selbst mehrere derartige Haufen an den verschiedenen Beinen flogen durch starke Drehungen fort. In blinder Wut fallen nun erst einzelne Arbeiter einer Instinktsirrung zum Opfer, gegenseitig packen sie sich und verbeißen sich ineinander und plötzlich, während die Fliege ermattet ihren Wirbelflug unterbricht, fast verlassen von ihren Verfolgern, sehe ich es wie eine Lähmung über die Kolonie hingehen, sämtliche Arbeiter, ohne Ausnahme, sind in kleinen Gruppen und Haufen regungslos beieinander und die Lupe zeigt mir, daß sich alle ineinander verbissen haben und sich zu erstechen versuchen. Deutlich ist der herausschnellende Stachel bei vielen zu sehen. Ich nehme nun die Fliege heraus und befreie sie von den letzten Anhängenden. Zwei der verbissenen Arbeiter tauche ich unter Wasser, aber erst nach geraumer Zeit lösen sich die Mandibeln. Fünf Minuten lange Verdunkelung des Nestes bringt einen Teil der drolligen Kampfhähne wieder zur Besinnung, aber nach zehn Minuten liegt noch ein Klumpen fest ineinander verbissener Arbeiter da. Trotz dieses langen Gefechtes fand ich hernach weder Verletzte noch Tote.“ (Butt.-Reep. 1905 b).

Sonstige Instinktsirrungen. Spurbienen sieht man nicht selten sich an höchstens 1 bis 2 cm tiefen Mauerritzen tagelang herumtreiben. Immer wieder kriechen sie in diese für den künftigen Schwarm ganz ungeeigneten Aufenthaltsorte hinein und heraus.

Pollensammelnde Bienen höseln hin und wieder (Butt.-Reep. 1900) anstatt des Pollens: Mehl, Sägemehl, Scheunen-, Ziegel-Steinkohlenstaub usw. In der amerikanischen Bienenzeitung Gleanings (1908) wird sogar das Höseln von rotem Pfeffer berichtet.

Wird im Stocke eine Zuckerlösung oder Honig gefüttert, weil es draußen, z. B. im Herbst oder zeitigem Frühjahr, nichts zu holen gibt, so stürzen zahlreiche Bienen sehr bald aus schwer zu definierenden Gründen hinaus, um in der Natur offenbar eifrige Suche anzustellen. Ein solches Füttern fügt sich nicht in den Instinktsrahmen ein. In der Natur gibt es keine Fütterung im Stock. Der Imker sagt: „Die Bienen denken, es gibt draußen etwas zu holen.“ Ist das Wetter rauh und ungünstig, gehen viele Bienen in diesem Instinktsdusel zugrunde. Es ist daher auch aus anderen Gründen eine alte Regel, nur abends zu füttern.

Raubende Bienen, die besonders angelockt werden, wenn am Tage gefüttert wird, erlangen bald eine große Gewandheit (Butt.-Reep. 1900) im Eindringen in fremde Stöcke. Zuerst unsicher im Anfluge werden sie von dem im Flugloche befindlichen Bienen schon an diesem Behaben erkannt und zurückgewiesen, fliegen sie aber „frech" ruhigen Fluges hinein, läßt man sie häufig passieren, zumal wenn die Instinkte der Stockinsassen irgendwie abgelenkt sind. Man erkennt diese „schleichende Räuberei" daran, daß die Räuber dünn hineinfliegen und dick herauskommen. Beim Abfluge pflegen die Belasteten oft noch eine sehr kurze Orientierung zu halten. Am leichtesten sind sie natürlich bei Farbenunterschieden festzustellen, wenn z. B. ein Italienenervolk von schwarzen Bienen beraubt wird usw.

Auch das Kopulieren von Arbeiterinnen, das einige wenige Male beobachtet wurde, muß wohl unter die Instinktsaberrationen gerechnet werden (Kremer 1883; Dzierzon 1884; Schönfeld 1884, 1884a). Übrigens konstatierte auch Fr. Huber (1813) Kopulationen zwischen Ameisenarbeitern und Männchen. Die Arbeiterinnen gingen dabei stets zugrunde. Wheeler (1908, S. 430) berichtet von Begattungsversuchen bei Ameisenarbeitern.

Die Aberrationen der Instinkte sind mit vorstehender Anführung durchaus nicht erschöpft, doch erledigen sie mit dem in früheren Kapiteln Erwähnten das Wesentliche.

Besondere Instinkte. Der Zellenbauinstinkt. Über den „kunstvollen" Zellenbauinstinkt scheint mir doch noch ein besonderes Dunkel zu schweben, trotz der nach der mathematischen und historischen Seite ausgezeichneten grundlegenden Arbeit von Vogt (1911), die manches Irrtümliche beseitigt hat, das seit vielen Jahrzehnten in wissenschaftlichen und besonders in populären und moraltheologischen Schriften hausieren ging. Die Angabe von Vogt, daß die Bauweise der Bienen nach genauester Berechnung nicht die angeblich mathematisch sparsamste sei, erscheint von Bedeutung auf dem Tische des Mathematikers und aus allgemeinen Gesichtspunkten. Tatsächlich sind die Differenzen so gering, daß die doppelseitige Wabe in der Tat als Muster sparsamen Materialgebrauches zu bezeichnen ist. Selbstverständlich liegt den Bienen eine Absicht oder irgendwie bewußte Überlegung völlig fern, da derartige psychische Prozesse überhaupt für die Bienen nicht in Betracht kommen. Da Wachs jedoch viel Honig kostet (S. 130), war es immerhin phylogenetisch wichtig, wenn die Instinkte sich so ausgestalteten, mit wenig Material viel zu leisten. Die „Kunst" des Zellenbaues ist blinder Instinkt, blind noch in besonderer Bedeutung, da die Bienen den Zellenbau in

tiefster Dunkelheit des Stockinneren bzw. nachts ausführen. Vogt scheint das zu übersehen und spricht von „Erinnerungsbildern", die er ja wohl den jungen Bienen vorschweben läßt, „da gerade bei der Honigbiene die Tradition nie abbricht. Ein gänzliches Novum ist einzig und allein die erste Drohnenzelle, welche im Frühjahr gebaut wird, ohne Vorlage, ohne Erinnerung, ohne Vorstellungsbild von dem Tiere, für das sie bestimmt ist. Für alle übrigen Tätigkeiten ist die Honigbiene nie ohne Vorbild [1]) und nie ohne ältere Gefährten. Selbst bei der Neugründung eines Stockes nach dem Hochzeitsfluge können die Erinnerungsbilder des alten noch nicht erloschen sein. Die ersten Zellen können diesen Erinnerungsbildern, spätere Zellen den erstgegründeten angeglichen werden" usw. Da haben wir wieder einmal die Biene als einen Miniaturmenschen (s. S. 250). Von einer „Tradition" kann man bei der Honigbiene nicht sprechen, wie ich das bereits (1900) ausgeführt habe. Junge Bienen, die nie mit alten zusammenkamen, benehmen sich genau so wie die alten in jeglicher Hinsicht (Butt.-Reep. 1900). Diese Traditionsidee wird von Vogt selbst bündig widerlegt, dadurch, daß er angibt, daß die Drohnenzelle „ein gänzliches Novum" sei (was übrigens nur sehr selten bei schwarmfaulen Völkern zutrifft) und dennoch von den Bienen gebaut werde. Doch wohl ein schlagender Beweis, daß zum Zellenbau keine Tradition gehört!

Gegen die Müllenhoffsche Variante (1883), der bekannten Buffonschen Drucktheorie, daß der Zellenbau durch die Plateausche Oberflächenspannung zustande komme, erhob ich erstmalig (1900) folgende Einwände, die sich auch Vogt zu eigen macht: In der Bienentraube herrscht nur eine Wärme von 28 bis 35° C. und da Wachs erst bei 62° C. schmilzt, kann von einer Spannung der Oberflächen, zu der mindestens zähflüssiges Material gehört, wohl keine Rede sein. Nach der Müllenhoffschen Theorie dürfen auch nicht die aus drei Rhomben gebildeten Zellenböden auf einseitigen Waben vorkommen, ich konnte sie aber ausnahmsweise, wenn auch nicht in reiner Form, wie auch auf Weiselzellen konstatieren (s. auch Dön-

[1]) Wer sagt der jungen Königin, daß sie zum Hochzeitsflug hinaus muß, wer unterrichtet sie darin, befruchtete Eier in die kleinen Zellen und zugleich in die großen Weiselwiegen, unbefruchtete in die Drohnenzellen abzulegen; wer gibt den Arbeitern Anleitung im Bau der Weiselzellen, denn da diese stets wieder abgetragen werden, ist im nächsten Jahre kein Vorbild mehr vorhanden; wer gibt das Vorbild zum Schwärmen; wer sagt den Spurbienen ihre Tätigkeit usw.? Das alles geschieht ohne „Vorbild", ohne „Erinnerungsbild", ohne „ältere schon wissende Gefährten". Wie fern liegt die Biologie der Honigbiene noch immer der Wissenschaft!

hoff 1884). Gegen die allgemeine Drucktheorie führte ich dann noch an, daß als selbständige Leistung für die Bienen das Verdünnen und Glätten der Wandungen und Böden und die besondere Größe der Zellen bleibe. „Die Mechanik erklärt nicht, warum die Drohnenzellen größer sind als die Arbeiterzellen." Die Winkelformen bzw. -größen haben freilich mit der „Kunst" der Bienen nichts zu tun. Zu diesen damals geäußerten Einwürfen erwähne ich kurz, daß eine „einseitige Wabe" in folgender Weise entsteht. Auf ein Stück Blech wird eine sehr dünne Wachsschicht aufgepreßt bzw. gegossen usw. Die Bienen errichten hierauf Zellen genau wie im freien Bau. Der Boden bleibt flach, doch sieht man ganz selten einmal, wo das Wachs dicker blieb, die Anlage der Rhomben aber in sehr unreiner Form.

Nach meiner Ansicht können aber die sechseckigen Zellen in der vorliegenden Form nur im Verbande durch gegenseitigen Druck entstehen, also mechanisch, abgesehen von den soeben genannten Tätigkeiten der Biene. Dort, wo Zellen am Rande stehen, bleiben sie an der freien Seite rund. Erheben sich Zellen aus dem Verbande heraus (Nachschaffungszellen, Buckelbrut), so ist das Hervorstehende rund und niemals sechseckig. Auch die frei gebauten Weiselzellen sind stets rund (s. auch Waterhouse 1864). Vogt bestreitet diese Druckansicht vielleicht zu einem Teile mit Recht. Er stützt sich besonders auf Fr. Smith (1864), der das Vorkommen isolierter prismatischer Zellen bei *Icaria guttatipennis*, wie auch bei *Tatua morio* usw. behauptet. Seine Zeichnungen, die allerdings keine isolierte Zelle zeigen, sind trotzdem sehr beweisend, dennoch haben sie mich nie ganz überzeugt, da derartige Museumsstücke kaum eine positive Entscheidung über die erste Bauweise zulassen. Folgender Befund, allerdings nicht bei den genannten Wespen, sondern bei einer *Trigona*, möge das näher beleuchten. Ich fand in einem Neste die horizontale Bodenfläche einer Wabe mit einem feinen sechseckigen Liniennetz überzogen, das täuschend so aussah, als ob es der Grundplan zu einer neuen Zellenanlage sei, also quasi die Vorzeichnung der künftigen Zellen. Wäre das wirklich so gewesen, so hätten die Bienen in der Tat die Fähigkeit, die Winkel in überraschender Geschicklichkeit „freihändig" zu entwerfen und gleich für die ganze Wabe, aber eine nähere Prüfung zeigte mir, daß es sich nur um fast ganz abgetragene alte, durch Druck sechseckig gewordene Zellen handelte, deren letzte Zellumrisse noch auf der Bodenfläche standen. Das war also ganz etwas anderes. Und es will mich bedünken, als ob das *Tatua*-Bild von Smith ähn-

liches darstellen könne, wenn Smith auch angibt, daß es sich um die erste Bauanlage handele. Nun tragen im allgemeinen die Wespen die Zellen nicht ab, dennoch habe ich derartiges in ausgedehntem Maße in einer Kolonie von *Vespa crabro* beobachtet. Wie dem nun auch sein möge, jedenfalls sehen wir bei *Apis mellifica* niemals isolierte sechseckige Zellen oder auch nur die Prismenwinkel an isolierten Flächen.

Eines dürfte wohl nicht zu bestreiten sein, daß die Biene eine isolierte sechseckige Zelle schon um deswillen nicht ausführen kann, weil das Baumaterial — das sich dehnende und ziehende Wachs — eine derartige Bauweise gar nicht zulassen würde. Eine solche Zelle würde sich selbst bei sechseckigem Grundriß stets rund ausgestalten müssen. Es ist daher für mich ganz zweifellos, daß die Form der Zellen, wie wir sie auf einer Bienenwabe vor uns sehen, nur möglich ist durch den gegenseitigen Druck, also durch mechanisch wirkende Prinzipien. Möglich wäre, daß diese Drucktheorie als etwas Sekundäres betrachtet werden muß, d. h. wenn die *Apis mellifica* mit anderem stabileren, nicht so dehnbaren Baumaterial arbeitete, würde man auch isolierte sechseckige Zellen erleben, wie sie vielleicht bei einigen ausländischen Wespen vorkommen, bei den paläarktischen habe ich dergleichen nie gefunden. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß bei der Biene die normale Form der Zellen nur im Druckverbande möglich ist.

Vogt sagt: „Die Vorfahren der Honigbiene sind irgendwann einmal dazu übergegangen, die bisher isolierten Immenzellen aneinander zu rücken. In diesem Stadium dürfte der Druck von sechs Nachbarzellen entscheidend gewesen sein für die nunmehr aufgenommene Form des sechsseitigen Prismas. Aber die Herstellung der Prismenwinkel von 120° ist später zu einem festen Instinkt geworden, unabhängig von jedem aktuellen Druck.“ „Beweisend hierfür“ ist nach Vogts Ansicht der oben mitgeteilte Befund von Fred. Smith.

Daß sich so einmal die erste Wabe zusammengesetzt haben muß, ist wohl fraglos, aber daß sich aus diesem rein mechanischen Baumaterialdruckergebnis ein Instinkt, gerade so zu bauen, herausgebildet haben sollte, will mir nicht einleuchten, da wir es hier mit einem Selbstergebnis zu tun haben, das gar nichts mit der Tätigkeit, mit den Instinkten zu tun hatte. Verlegt man allerdings die Einsicht eines menschlichen Baumeisters in die Bienen, so mag es richtig sein, wenn Vogt fortfährt: „Auf dieser Stufe also treibt der Instinkt dazu, Prismenwände unter 120° aneinanderzufügen und jede Prismenwand doppelseitig, als Zwischenwand zweier Prismen, zu ver-

wenden. Das Geheimnis des Wunderbaues der Bienenwabe liegt nicht in komplizierten Befähigungen der Bienen, sondern in der geometrischen Merkwürdigkeit, daß der Winkel von 120°, der einzige, den die Bienen ausführen können, in seiner räumlichen Verwendung das Rhombendodekaeder geradezu erzwingt." Es scheint mir, daß hier sehr hochstehende komplizierte Befähigungen angenommen werden müssen, um die Möglichkeit eines solchen Herganges zu erklären, Befähigungen, die ich der Biene nicht zuzuerkennen vermag. Das Fazit der sehr interessanten Schrift H. Vogts, die, soweit die mathematische Seite in Betracht kommt, hinfort die maßgebende sein dürfte, lautet unter anderem: „Messung und Rechnung lehren: Die Form der Bienenzelle hat nicht die gerühmte Regelmäßigkeit; ihre Sparsamkeit ist ein teleologisches Phantom. Die Geschichte der Bienenzelle in Naturforschung, Geometrie und Philosophie ist die Geschichte eines zweihundertjährigen Irrtums."

Vom Standpunkte des Psychobiologen aus scheint mir aber, daß wir noch nicht aus dem Irrtum völlig heraus sind.

Den Spieltrieb behandelte ich mit einigen Hinweisen (1900). Man kann da natürlich nur mutmaßen. So schien mir das Hobeln der Bienen (s. S. 191) auf einen Spieltrieb hinzuweisen und vielleicht darf man auch in dem lustigen Umhertollen beim Schwärmen unter dem freudigen Schwarmgesang einen gewissen Spieltrieb erkennen. Turner (1908) stellte inzwischen bei einer solitären Bienenart, *Melissodas*, ein eigentümliches Tanzspiel der Männchen unter sich fest.

Den Zeitsinn konstatierte ich erstmalig (1900). Forel (1906, 1910) gab dann weitere interessante Bestätigungen. Er dokumentiert sich dadurch, daß die Bienen sich sehr wohl der Tageszeit, an der eine Blume Nektar gewährt, erinnern. Beispielsweise liefert der Buchweizen nur vormittags bis gegen 10 Uhr Nektar. Später sieht man auf den blühenden und duftenden Feldern kaum noch Bienen. Am anderen Morgen stellen sich aber sehr frühzeitig wieder Hunderttausende ein und verschwinden wieder gegen 10 bis 11 Uhr, trotzdem der Duft und das weite Blütenmeer den gleichen Reiz ausüben. Hier haben wir ein Lernvermögen, Modifikation des Handelns und einen Zeitsinn.

Der Temperatursinn, der bei den Ameisen in so ausgeprägter Weise entwickelt ist (Forel 1910), tritt auch bei den Bienen stark in die Erscheinung. Eine einzelne längere Zeit ruhig im Schatten sitzende Biene pflegt schon bei etwa 12° C zu erstarren, da hier die Verdunstungskühle des Bodens einwirkt. Bei 12° im Stock ist die Beweglichkeit noch nicht gehemmt, wohl aber schon bei 9 bis 10°.

Bei 8 bis 10° Außentemperatur auf Tracht fliegende können ihr Heim wieder erreichen, wenn der Ausflug nur kurze Zeit dauert. Im Brutnest herrscht während der Brutzeit ständig eine Wärme von 32 bis 35° C (s. S. 119).

Im Herbst, wenn der Brutansatz so gut wie ganz aufgehört hat, verändern sich die Wärmeverhältnisse im Stock (Kastenbeute diente zur Untersuchung). Die Waben sind bei einem starken Volke ziemlich gleichmäßig und locker belagert und ich konnte eine bis in die Ecken beinahe gleichmäßige Wärme konstatieren, die von 15 bis 20° differierte. Schließt sich aber der Bien im Winter bei kühlerem bzw. bei Frostwetter in einer annähernden Kugelform zusammen, so haben wir im Zentrum zum Teil wieder beträchtlich höhere Temperaturen, die von 20 bis 34° im Laufe des Winters differieren. Diese Wärme dürfte einesteils durch die Zehrung der Innensitzenden bewirkt werden und dann durch den festen Wärmeabschluß, den die eng sich drängenden Bienen bewirken. In der Nähe der an der Peripherie sitzenden sogenannten Hautbienen konstatierte ich eine Abnahme bis zu 15°. Ein eigentlicher Winterschlaf findet nicht statt. Die jeweiligen Hautbienen drängen sich von Zeit zu Zeit in den Klumpen hinein, in die größere Wärme und zum Honig. Wenn Parhon behauptet (s. Zander 1911), daß die „Stockwärme“ im Winter beständig 32 bis 34° betrage, so ist das nicht richtig, zum mindesten nicht in Deutschland. Bei strengem Frost, — 12° C, konstatierte ich auf dem Boden des Stockinneren — 5°. Es sind schon zahlreiche eingehende Temperaturmessungen angestellt worden, aber bisher noch keine so andauernden und mit so großer Sorgfalt ausgeführten wie die von E. F. Phillips und George S. Demuth (1914), deren vorläufige Ergebnisse während der Korrektur der vorliegenden Arbeit eintrafen. Da die Untersuchungen noch nicht zum Abschluß gelangt sind, sei hier nur erwähnt, daß der kritische Punkt, bei dem sich die Bienen zur Wintertraube zusammenziehen 57° F (ca. 14° C) beträgt. In einer Umgebungsluft, die fast ganz gleichmäßig auf 6—7° C Wärme gehalten wurde, ging die Temperatur im Innern der Traube während des ganzen Winters (Oktober bis Ende Februar) nur einige Male unter 64° F (ca. 18° C) herab, wechselte aber sonst in der Höhe unaufhörlich hin und her bis zu 31° und annähernd 33° C, ein interessanter Beleg, daß selbst eine gleichmäßig kühle Umgebungsluft beträchtliche Schwankungen nicht zu verhindern vermag.

Die Eigenwärme der einzelnen Biene ist im Ruhezustand anscheinend nur um ein Geringes, vielleicht bis zu 1 oder 2°, höher als die umgebende Luft. Ich verweise auf die Arbeiten von Bachmetjew

(1899, 1900) und die weiteren von mir (1903) angeführten (s. auch Kulagin 1899, Zander 1911 und Kafka 1913).

Auch in der Schwarmtraube im Stock beim Wachsschwitzen produzieren, wie erwähnt, die Bienen eine hohe Wärme.

Im aufgeregten Zustand, der sich durch stärkeres Atemholen und eifrige Bewegungen äußerlich dokumentiert, vermögen die Bienen die Temperatur sehr schnell um 5 bis 8° und mehr in die Höhe zu treiben, selbst wenn sich nur 30 bis 40 Individuen frei vom Bau um das Thermometer sammeln.

Wärme im Hornissennest. In einem Hornissennest (*Vespa crabro* L.) konstatierte ich am 17. Oktober 1910, abends 5 Uhr eine Nestwärme von 26° C bei einer Außentemperatur von etwa 12° (am Fenster). Das Thermometer war wie immer an den Waben und am Mantel festgebaut. Brut war um diese Zeit nur noch wenig vorhanden. Als ich das Thermometer herauszog, entstand große Aufregung im Volk, das höchstens noch aus 25 bis 30 Insassen bestand. Beim Wiederhineinstecken ging die Temperatur bald auf 31° hinauf! Röhre und Quecksilberkugel war, wie sich durch die im Mantel gerissene Lücke feststellen ließ, von Hornissen belaufen, die in das Glas zu beißen versuchten. Das Nest befand sich in einem Bienenkorb, der um diese Zeit nur noch lose über dem heruntergefallenen Bau stand.

Der Reinlichkeitsinstinkt ist bei den Bienen stark ausgebildet. Die Fäces werden normalerweise nur außerhalb des Stockes ausgegeben. Sie sind stets breiartig. Sperrt man aber einen Schwarm in eine Kiste ein, so werden trockene Exkremente im Behälter ausgeschieden. Die Ursachen, die wohl durch die Aufregung und Wärmeerzeugung bewirkt werden, liegen nicht klar zutage. Über das Abweichende bei der Königin wurde oben berichtet.

Können größere geruchverbreitende Gegenstände nicht aus dem Stocke geschafft werden, überziehen die Bienen sie mit Propolis und Wachs. In der amerikanischen Zeitschrift „Gleanings in Bee-Culture“ finde ich die photographischen Abbildungen eines derart behandelten Eichhörnchens, das wohl von einem in dieselbe Baumhöhle einziehenden Schwarm getötet, und einer kleinen Schlange, die ebenfalls mit Propolis und Wachs überzogen wurde.

Sehr merkwürdig ist es, daß die Bienen es fertig bringen, auch Waben von unten nach oben zu bauen, doch geschieht dieses nur in besonderen Fällen.

Warum kehren die Bienen halbbeladen heim? Zahl der Ausflüge. Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß die Bienen bei

spärlicher Tracht nicht so lange fouragieren, bis sie ihr Ränzlein vollgefüllt haben, sondern daß sie meistens nur halbbeladen heimkehren. Welche Instinkte bewirken dieses Verhalten? Diese Frage ist bisher noch nicht aufgeworfen worden und kann auch keiner irgendwie sicheren Beantwortung unterliegen, jedenfalls hat aber die Konstatierung der Tatsache ein gewisses Interesse, da sie darzulegen scheint, daß die Bienen offenbar nicht allzulange auf ihren Ausflügen verweilen, sondern lieber mit geringer Ladung heimkehren. Nach meinen Beobachtungen (1900) bleiben die Bienen selten länger als eine Stunde fort, oft sind sie in 10—20 Minuten wieder da, doch sind bei diesen Beobachtungen die Temperatur, Bedeckung (Wolken), Jahreszeit, Trachtart, Entfernung der Tracht, Tagesstunde usw. gewichtige Faktoren. Derartige Beobachtungen werden unter ungleichen Verhältnissen stark auseinander gehen. Dieselben Faktoren, denen sich noch die Volksstärke und die biologische Stimmung (ob schwarmlustig oder nicht) hinzugesellen, bestimmen dann auch die Zahl der Ausflüge. Die Angaben hierüber schwanken ebenfalls sehr, sind aber meistens stark übertrieben, auch in wissenschaftlichen Werken. Nach meinen Beobachtungen bzw. Zählungen sandte ein starkes Volk, das etwa 15 Doppelnormalrähmchen belagerte, während der Lindentracht, vormittags zwischen 10 und 11 Uhr, 100—140 Bienen in der Minute aus. Wetter warm und fast windstill. Nachmittags war der Flug geringer. Ende Juli dasselbe Volk jetzt auf 20 Rähmchen bei weit entfernter spärlicher Klee- usw. Tracht 80—90 Bienen unter gleichen Zeit- und Wetterbedingungen. Aufsteigende Gewitterwolken (vgl. 1900) lassen die Zahl der Rückkehrenden weit überwiegen. Heimkehrende bis 180 und 200 in der Minute.

Es möge hier eine von unbekannter Seite ausgeführte ganz interessante Berechnung Platz finden, die sich in vorsichtigen Grenzen bewegt, daher wohl einigermaßen richtig sein dürfte und den Wert der Befruchtung der Blüten durch die Bienen festzulegen sucht.

„Ein gewöhnliches Volk enthält durchschnittlich im Sommer 20000 Bienen, 80 fliegen davon in der Minute aus, macht 48000 von 7 Uhr morgens bis 5 Uhr nachmittags. Jede Biene besucht während ihres Ausfluges mindestens 50 Blüten, das wäre pro Tag 2400000 Blüten, sagen wir rund 2 Millionen. Da im Mittel 100 schöne Tage gezählt werden, kommt man zu der enormen Summe von 200 Millionen Blüten, welche von den Bienen eines einzigen Stockes besucht werden. Angenommen, daß nur der zehnte Teil dieser Blumen ihre Befruchtung der Biene verdankt, so hat man

noch immer 20 Millionen Befruchtungen per Volk. Schätzen wir den Wert von 4000 Befruchtungen nur auf 1 Pfennig, so schuldet die Landwirtschaft jedem Bienenvolke 40 Mark."

Schätzen wir die Zahl der Feldbienen in einem „gewöhnlichen Volke" auf durchschnittlich 10000, so müssen wir obiger Berechnung einen ungefähr fünfmaligen Ausflug der einzelnen Biene innerhalb 10 Stunden zugrunde legen. Die Zeit von Ausflug zu Ausflug, die aber auch den Aufenthalt im Stocke in sich begreift, wird also mit 2 Stunden angenommen. Im Durchschnitt dürfte aber die betonte Leistungsfähigkeit eines Volkes höher zu schätzen sein, da die Bienen, wie früher schon erwähnt, meistens viel schneller heimkehren und die Insassenzahl zu Zeiten wesentlich höher ist, als in der Berechnung angegeben wird. Nach einer Beobachtung Dr. Dönhoffs (1854b) mit gezeichneten Bienen, ergibt sich nach „vielfacher" Erfahrung, daß „der Trachtflug von 5 Minuten bis zu einer Viertelstunde dauert". Da hier aber keine näheren Angaben gemacht werden, unterliegen diese Feststellungen nur einer beschränkten Verwertung.

Kennen die Bienen den Bienenvater? Vor einer Reihe von Jahren (1900) erklärte ich die viel verbreitete Ansicht, daß die Bienen ihren Bienenvater kennen, für eine Fabel. Gewöhnlich nähert sich der Nichtimker einem Bienenstande nur, „wenn es gilt, dem interessanten Schauspiel eines Schwarmeinfanges zuzuschauen. Sieht er dann den Bienenvater, oft unbeschützt, ruhig und gelassen im dichtesten Schwarmtumult stehen, ohne daß die Bienen ihn stechen, so ist der Fabel wiederum neue Nahrung gewährt". Hierbei wird aber dem Nichtimker verschwiegen oder es gelangt nicht zu seiner Kenntnis, daß die Bienen erfahrungsgemäß während des Schwärmens bei ruhigem Verhalten nicht stechen, da sie offenbar so von dem Schwarmdusel (S. 163) besessen sind, daß alles andere zurücktritt. Ängstliches Schlagen u. dgl. erregt natürlich auch die Schwarmbienen, und sticht erst eine, so stechen, gereizt durch den Stechton und dem strengen Geruch des Giftes, auch gleich viele. Es ist also lediglich das Vertrautsein mit den Instinkten der Biene, das den Imker schützt. Da ein so hervorragender Forscher wie Forel (1910) trotzdem der Meinung ist, man könne doch wohl annehmen, daß ein gewisses Kennenlernen stattfinde, „wenigstens so lange dieselbe Kleidung anbehalten würde", und weil sich der Imker „doch so viel mit den Bienen beschäftigt", so möchte ich erwähnen, daß auch dieses rein äußerliche Kennenlernen, also lediglich als etwas vorhanden seiendes, m. E. aus gleich zu erwähnenden Gründen kaum in Frage kommen kann. Es handelt sich aber nicht um ein derartiges Unterscheiden,

sondern um die Fabel, daß der Bienenvater von seinen Bienen nicht oder weniger gestochen wird, weil sie ihn kennen, daß sie sich also mehr von ihm gefallen lassen, daß seine Hantierungen sie weniger reizen, als wenn andere sie ausführen, die einen anderen Geruch besitzen usw. Der Imker wird von seinen Bienen genau so gestochen wie jeder andere, wenn er sie reizt, z. B. beim Stocköffnen, bei Entnahme des Honigs usw. Aber auch ein Kennenlernen der äußeren Form und Farbe nach kann kaum in Betracht gezogen werden. Man vergißt zu leicht, daß es sich auf einem Bienenstande um eine ungeheuere schnell wechselnde Vielheit handelt. Jeder Stock entsendet Tausende und Abertausende, die im Sommer nur wenige Wochen leben, was will es da bedeuten, daß der Imker sich, wenn auch täglich ein viertel oder ein halbes Stündchen bei seinen Bienen aufhält, unter ständigem Verändern seines Standortes und meist hinter seinen Stöcken stehend. Die größte Mehrzahl der Bienen bekommt ihren Imker überhaupt nie zu Gesicht, selbst wenn er täglich unter ihnen weilt.

Neu nach Volksbildung hinzugewonnene Instinkte. Es gehören hierher alle jene Instinkte, die sich mit der Fütterung und Pflege der Königin befassen, da bei ihr eine selbständige Ernährung nicht mehr möglich ist, ferner alles in die Nachzucht einer Mutterbiene fallende (Nachschaffungszellen usw.), desgleichen die modifizierten Instinkte der Königin (vgl. S. 88 usw.), die auch keine Feinde mehr angreift und nur die Nebenbuhlerin zu beseitigen sucht. Eine Königin sticht z. B. niemals eine feindliche Arbeiterin oder wenn man sie in die Hand nimmt, obwohl sie es sehr wohl könnte.

Das Aussenden von Spurbienen (S. 122) ist jedenfalls auch eine spätere Ausgestaltung, wie auch das Töten bzw. Abtreiben der Drohnen (vgl. S. 138, 222) und noch so vieles andere mehr.

Fälschlich zugeschriebene Instinkte. Seit vielen Jahrzehnten spuken in wissenschaftlichen (z. B. Romanes 1885 usw.) und in zahlreichen Imkerschriften Angaben über das angebliche Übertragen von Eiern oder Larven von einer Zelle bzw. von einer Wabe in die andere. Nach meiner festen Überzeugung handelt es sich hier stets nur um unbewiesene Annahmen oder um irrtümliche Beobachtungen. Ursprünglich ist diese Idee wohl aufgetaucht durch die Annahme, daß beim Verlust einer Königin ein Ei aus einer Arbeiterzelle in eine Weiselzelle übertragen würde, wie man das früher vielfach glaubte, da die sehr alten richtigen Angaben über das Bauen von Nachschaffungszellen durch Jacob, John, Schirach (S. 81, 82) nicht genügend beachtet wurden. Da in der normalen Entwicklung

des Bienenstaates eine biologische Notwendigkeit, eine solche Eiübertragung vorzunehmen, gar nicht besteht, so konnte sich meines Erachtens ein solcher Instinkt auch nicht ausbilden.

Irrtümlich ist auch die Annahme, daß die Bienen in den Tropen, wo ihnen angeblich die Natur zu jeder Zeit Nahrung gewährt, was aber durchaus nicht immer der Fall ist, im Sammeln nachlassen und keinen Vorrat aufspeichern. Dieses Märchen wird, wie eingangs erwähnt, immer wieder auch in wissenschaftlichen Arbeiten weitergeschleppt.

Die Drucktheorie zur Geschlechtsbestimmung bei der Eiablage. Wie ich bereits in früheren Arbeiten 1902, 1904, wie auch verschiedentlich in vorliegendem Werk betont habe, geht die Eiablage bei der *Apis mellifica* bezüglich der Erzeugung der verschiedenen Stände nur Hand in Hand mit den notwendigen biologischen Stimmungen, d. h. zwischen die gleichmäßig fortschreitende Arbeitererzeugung, schiebt sich beim Regewerden der Fortpflanzungs- bzw. Schwärminstinkte der Bau bzw. die Bestiftung von Drohnenzellen und von Weiselzellen ein, ohne daß dabei eine Eiablage in die Arbeiterzellen sistiert würde. Dabei legt die Königin, wie schon oben (S. 130) angegeben, auch in eindrittel- oder einhalbfertige Zellen Eier hinein. Es geht hieraus hervor, wie das bei näherer Betrachtung der Biologie selbstverständlich ist, daß die Bestiftung der Geschlechtszellen an gewisse biologische Perioden gebunden ist, während die Erzeugung der Arbeiter nur im Hochherbst und Winter eine mehr oder minder große Unterbrechung erleidet. Eine gewisse tägliche Periodizität läßt sich außerdem unter gewissen Umständen, wie ich (1903 b) nachwies, konstatieren. Die Königin bestiftet die Zellen nur so weit, als das Volk sich ausdehnt. So kann man die Beobachtung machen, daß die Bienen die vom Zentrum entferntesten Waben an kühlen Tagen nur in den Mittagsstunden belagern und die Zellen putzen. Die Königin wird also auch eventuell nur in der Mittagszeit auf diese Außenwaben gelangen, dort Eier ablegen und sich später mit den Bienen wieder auf die wärmeren Innenwaben zurückziehen. Da sich die Drohnenzellen normaler Weise unten an den Waben und an den Außenwaben befinden, so geht auch dort eine derartige gewisse oberflächliche Periodizität in der Bestiftung unter den angegebenen Umständen vor sich. Daß hier aber nicht geheimnisvolle Instinkte walten oder die Königin z. B. an das periodenweise Bestiften der Drohnenzellen um deswillen gebunden ist, weil, wie es Kulagin (1903) vermutete, eine besondere Lagerung der Spermatozoen im Receptaculum seminis sie dazu

zwingt, sondern daß hier nur die von mir besonders auch im Kapitel über die Biologie angegebenen Eiablageursachen und Stimmungen wirksam sind, ergibt sich auch daraus, daß wenn man einem drohnensüchtigen Volke eine Drohnenwabe mitten ins Brutnest hängt, wo also gleichmäßige Wärme gegeben ist, die Zellen dieser Wabe sofort geputzt werden und eine gleichmäßige Bestiftung eintritt im Sinne der Wabeneinheit (S. 113).

Des weiteren geht aus allem diesem hervor, daß die alte Imkeridee, die sich auch schon in wissenschaftlichen Kreisen sonderbarerweise Disputationsrecht erworben hat, nach welcher die Königin durch den Druck der Zellenwand bewogen würde, das Geschlecht der Eier zu bestimmen, unrichtig sein muß. Bestiftet die Mutterbiene die engen Arbeiterzellen, so soll sie befruchtete Eier absetzen, während sie in die weiten Drohnenzellen, die also keinen Druck auf das Abdomen ausüben, die unbefruchteten legt. Man nimmt hierbei an, daß dieser Druck reflektorisch auf die Muskulatur des Samenausführungsganges wirkt und je nach der Zellenart Sperma zum Ei zuläßt oder nicht. Diese sehr oberflächliche Drucktheorie wird schon dadurch hinfällig, daß die Weiselzellen, in die natürlich befruchtete Eier abgesetzt werden, noch viel weiter sind als die Drohnenzellen und dadurch, daß die Königin bereits kaum zu einem Drittel fertige Zellen, einerlei welcher Gattung, bestiftet, deren Wandungen also noch gar nicht druckfähig sind.

Die Biene als Dysteleologe. Die Hummeln haben den Instinkt, die Blüten anzubeißen, deren Nektar ihnen sonst nicht erreichbar sein würde. Man hat nun vielfach die Angabe gemacht, daß auch die Honigbiene den Nektar aus tiefen Blütenröhren durch selbsttätigen Einbruch gewinne, wie Herm. Müller (1873 usw.) u. A. behaupten, während meine Beobachtungen nicht dafür sprechen. Auch Darwin (1877, auch in Romanes 1885a) hat niemals eine Biene als selbständigen Dysteleologen festgestellt. Da hierbei die Befruchtung der Blüten verhindert wird, ergibt sich eine Unzweckmäßigkeit (Dysteleologie). Ich habe mich ausführlich in einer besonderen Arbeit über diesen Punkt ausgesprochen (1914a), unter Angabe weiterer Quellen, und muß hierauf verweisen.

Das Modifikationsvermögen der Instinkte wurde schon verschiedentlich betont und es zeigt das Verhalten der Bienen, die Hummelbiß-Stellen zu benutzen, eine Anpassungsfähigkeit, eine Veränderung der normalen Sammelweise, die bei der allgemeinen Starrheit der Instinkte überraschend wirkt. Wird ein schwaches, weiselloses Volk von zahlreichen Raubbienen eines anderen Stockes überfallen,

so tritt bei dem geschwächten und verstörten Zustande meist gar kein Abwehren ein. Es ereignet sich angeblich sogar, daß die Bienen schließlich gemeinsame Sache mit den Räubern machen und mit dem eigenen Honig beladen, in den raubenden Stock fliegen. War der Stock weiselrichtig, aber schwach, so zeigt sich dasselbe Verhalten und schließlich zieht die Königin mit dem Rest der Bienen dem raubenden Stocke, der auf einem entfernteren Stande stehen kann, zu und wird dort zweifellos abgestochen. Da so vorzügliche Beobachter wie v. Berlepsch (1873) und Busch, wie auch andere Imker, diese Vorgänge festgestellt haben, so zweifle ich nicht an der Tatsächlichkeit. Mir selbst ist ein solcher Fall nicht vorgekommen.

Hier ergibt sich also ebenfalls eine vollkommene Veränderung des Handelns, eine Modifizierung unerwartetester Art, zugleich ein Nachahmungsvermögen, ein Beobachten des Fluges der Räuber zum entfernten Stock durch das Mitziehen in eine den Beraubten vorher unbekannte Wohnung. Diese Höhe der Anpassung, die sich weiter dadurch zeigt, daß die Beraubten nunmehr ständig am neuen Platze bleiben, beweist jedenfalls aufs neue, daß die Bienen keine Reflexmaschinen sind.

Bleibt ein Volk lange weisellos, so verliert sich schließlich die Weiselunruhe wieder. Das Volk gewöhnt sich an diesen Zustand. Zahlreiche Afterköniginnen legen Eier und nicht sehr selten sind die Instinkte hierdurch so irregeleitet, daß eine befruchtete Königin, die man zur Rettung des Volkes im Weiselkäfig hineingibt, nicht mehr angenommen wird. Es schlägt dann unter Umständen jeglicher Versuch der Wiederbeweiselung fehl. Etwa freigelassene Königinnen werden getötet. Hier zeigt sich also eine durch lange andauernde Eindrücke hervorgerufene Modifikation der Instinkte. Es gilt nun, mit Gewalt andere Instinkte hervorzurufen. Das geschieht z. B. durch die Entnahme sämtlicher Waben und Abfegen derselben in einiger Entfernung vom Stocke. Die Bienen kehren in ihre Wohnung zurück und hängen sich dort in Gestalt einer Schwarmtraube zusammen. Fügt man nun eine Königin unter den notwendigen Vorsichtsmaßregeln ein, so gelingt die Wiederbeweiselung meistens.

Dauerreize verlaufen in völlig veränderten Bahnen. Die psychischen Prozesse verlaufen bei andauernder Beeinflussung vielfach, nicht immer, von Grund aus anders als bei kurzer Reizwirkung.

Schlägt man z. B. an einen besetzten Bienenkorb, so stürzen die Bienen wild heraus, dreht man aber den Korb herum, so daß

die Öffnung nach oben steht und gibt nun andauernd kurze Schläge mit zwei Stäben oder besser mit den flachen Händen an die Seitenwand, wie es die Fig. 60 zeigt, so werden die Bienen sehr bald „gedemütigt“, „verlegen“ und die weitaus größte Mehrzahl denkt



Fig. 60. (Original.) Das Abtrommeln eines Volkes.

nicht mehr an Stechen, sondern es beginnt ein Laufen nach oben. Läßt man nun einen leeren Korb gegen den Rand des besetzten halten, nicht völlig darüber decken, wie es die Abbildung zeigt, sondern in der Weise, daß man noch gut hineinschauen kann, so sieht man die Bienen bald in breitem Zuge sterzelnd in den oberen Korb laufen, bis fast das ganze Volk hinübergewandert ist. Dieses

offene „Abtrommeln“ ist besonders in England Sitte. In Deutschland macht man es, wie es der treffliche Bienenvater[1]) auf der Abbildung vorführt. Der obere Korb wird sofort fest durch Drahtklammern auf dem unteren befestigt und jede Öffnung (Flugloch) verstopft. Hierdurch wird eine Stechmöglichkeit der durch die ersten Schläge Erregten ausgeschlossen. Man macht derartige „Trommelschwärme“, wenn ein Volk sehr stark ist und doch nicht schwärmt, oder wenn man den Honig enthaltenden Korb ausbrechen will, ohne die Bienen, die z. B. zur Verstärkung anderer Völker dienen sollen usw., abzuschwefeln, wie das in jedem Lehrbuch der Bienenzucht, das auch die Korbbienenzucht behandelt, nachgelesen werden möge.

Diese Einwirkung des Klopfens ist nun etwas sehr Erstaunliches und absolut nicht Vorherzusehendes. So sind viele Jahrhunderte praktischer Korbbienenzucht dahingegangen, ehe man es gelernt hatte, die Instinkte auch in dieser Richtung zu modifizieren und sich dienstbar zu machen, ehe ein deutscher Bienenzüchter, Grüwel, das Abtrommeln Ende des 17. Jahrhunderts erfand (1696).

Auch hier sehen wir also ein von Grund aus anderes Verhalten auf starke Reize, als man zu erwarten geneigt war, und auch dieser Vorgang weist darauf hin, wie wenig Wert zu legen ist auf jene Versuche, wie sie auf S. 195 ff. geschildert wurden.

Zwölftes Kapitel.

Zur Psychologie der Bienen.

Haben wir die große Fülle der biologischen Tatsachen, die uns aus dem Leben der Biene entgegentritt, auf uns wirken lassen, so verlangt es uns nach einem gewissen weiteren Leitfaden zur Psyche der Biene. Über die Höhe der seelischen Qualitäten klingen in den vorhergehenden Kapiteln schon vielfache Hinweise an, doch bedarf es noch einiger grundsätzlicher Erörterungen.

Ich kann mich hier nicht einlassen auf die verschiedenen Richtungen, die zurzeit in der Tierpsychologie mehr oder minder herrschend sind und die sich zum Teil in sehr extremen Bahnen bewegen (vgl. Butt.-Reep. 1909b, 1912a). Eine kurze, aber vortreffliche Übersicht lieferte kürzlich Claparède (1913). Die all-

[1]) Der schon erwähnte Imker Huntemann auf der Osternburg bei Oldenburg i. Gr., dem ich für mancherlei Entgegenkommen verpflichtet bin. v. B.

gemeiner zugängliche Schrift von Bohn (1910) ist fast zu temperamentvoll subjektiv geschrieben und erweist sich bezüglich der staatenbildenden Insekten als zu dürftig. Gut ist das Werk H. E. Zieglers (1910), zumal es die Bienen und Ameisen besonders berücksichtigt, und eine ausgezeichnete Behandlung des ganzen weiten Gebietes lieferte kürzlich auch Kafka (1913). Auf weitere Arbeiten komme ich noch zu sprechen.

Die Ansicht, daß die Bienen und Ameisen Reflexmaschinen seien (Bethe 1898), wurde bezüglich der Ameisen in der Hauptsache durch Forel (1910) und Wasmann (1899, 1909) und bezüglich der Bienen ebenfalls widerlegt (Butt.-Reep. 1900), wie das schon früher angegeben wurde.

Zweifellos müssen wir manche Lebensäußerungen der Bienen als einfachste Reflexerscheinungen bezeichnen, aber daneben dokumentieren sich, wie wir gesehen haben, so zahlreiche Instinkte, die nicht nur maschinell, automatisch verlaufen, sondern mit mehr oder minder höheren psychischen Fähigkeiten verbunden sind, daß jene bekanntlich schon von Descartes befürwortete Maschinentheorie bei einiger Kenntnis der Biologie hinfällig erscheint.

Mit dem Worte Instinkt verbinden sich meistens heterogene Begriffe, vielfach auch recht unklare Vorstellungen, und die Besorgnis, dieses vieldeutige Wort zu verwenden, geht bei einigen modernen Tierpsychologen so weit — ich sehe hier ganz ab von der im allgemeinen bis jetzt nicht akzeptierten sogenannten objektivierenden Nomenklatur (Beer, Bethe und Uexküll) —, daß sie diesen Ausdruck völlig zu vermeiden suchen (z. B. Bohn 1910). Das erscheint doch recht unnötig, wenn nur klar angegeben wird, was darunter zu verstehen ist.

Im Leben der Biene tritt uns wohl eine reiche Mannigfaltigkeit entgegen, aber auch eine große, im voraus bestimmbare in festen, ererbten Gleisen laufende Gleichmäßigkeit. Auf Reize hin erfolgen meist ganz sicher zu erwartende Reaktionen, die entweder einfache Reflexvorgänge sind oder, falls sie nicht mehr eine einfache Bewegung, sondern kombinierte Bewegungen bzw. Handlungen auslösen, sich als komplizierte Reflexe darstellen. Diese ebenfalls nur auf ererbten Bahnen verlaufenden komplizierten Reflexe sind die Instinkte.

Zu den angeborenen instinktmäßigen Äußerungen bedarf es also keiner Lernprozesse, keiner Erfahrungen. Hängt man Waben mit gerade auskriechender junger Brut in eine leere Wohnung, so benehmen sich die Jungen dort ohne jegliche Berührung mit den alten Bienen genau wie diese, und vollführen alle Handlungen, auch das Bauen der anscheinend so kunstvollen Zellen usw.

Das alles sind zur Erhaltung der Art notwendige vollkommene Instinkte. Und nur diese Automatismen, die ganz ausschließlich ererbte „Triebe“ sind, sollten mit dem Namen Instinkt belegt werden. Es gibt nämlich noch sogenannte „unvollkommene“ Instinkte, die aber tatsächlich schon Vervollkommnungen sind und zu plastischen Tätigkeiten hinüberleiten. Mit diesen sind stets Lernprozesse verbunden, um zweckentsprechend in Tätigkeit zu treten. So wendet z. B. die junge Biene beim ersten Ausflug den Kopf dem Stocke zu und fliegt in dieser Stellung auf und nieder, sich den Stock und die nächste Umgebung einprägend. Hier tritt zu der rein instinktiven Körperhaltung usw. das Erlernen der Umgebung, das Aufspeichern der Ortseindrücke hinzu. Der Instinkt bedarf also der Ergänzung, um seinen Zweck zu erfüllen.

Wir bezeichnen aber derartige Handlungen, die nur zum Teil auf ererbten Bahnen verlaufen, richtiger als „Gewohnheiten“.

Jedenfalls sollte man, um sich einen klaren übersichtlichen Pfad zu schaffen, an der Definition festhalten, daß der Instinkt nur ein zusammengesetzter Reflex ist (Weismann 1902, H. E. Ziegler 1910, Lloyd Morgan 1909, Claparède 1913 usw.). Nur so gewinnt man den präzisen Gegensatz zwischen den auf ererbten Nervenbahnen vor sich gehenden Prozessen und dem im individuellen Leben Erworbenen, nicht Vererbbaren.

Ist nun das im individuellen Leben an Erfahrungen Hinzugewonnene nicht vererbbar? Könnten assoziative Gedächtnis- bzw. Lernprozesse, die die Handlungsweise der Biene individuell bewirken bzw. modifizieren und die durch zahllose Generationen hindurch ausgeübt wurden, sich schließlich nicht fixieren, zu Instinkten mechanisieren, also als ständige Erbmasse mehr oder minder weitergeführt werden? Könnten die Instinkte nicht vererbte Gewohnheiten sein, wie es insbesondere von Wundt (1906) angenommen wird?

Gegen diese von Lamarck (1809) begründete Annahme, die auch von Charles Darwin (1859), Haeckel (1899) und anderen vertreten wird, scheint aber zu sprechen, daß Gewohnheiten und Erfahrungen, also das im individuellen Leben Erworbene, überhaupt nicht vererbt werden kann (Weismann 1902, 3. Aufl. 1913), wenigstens besitzen wir hierfür bis jetzt noch keinen wirklich durchschlagenden Beweis. Doch abgesehen hiervon, wie sollen Handlungen zu Gewohnheiten werden, die nur einmal im Leben vor sich gehen, wie z. B. der Hochzeitsflug der Bienenkönigin oder der stets nur nach Ableben der Königin in oft weit auseinanderliegenden Generationen entstehende Bau von Nachschaffungzellen

(S. 220 usw.) Hier muß das einzige Individuum im Staat, das etwas vererben kann, gestorben sein, um den wunderbar zweckmäßigen Instinkt der Erbauung dieser Nachschaffungszellen zur Auslösung und zur Ausübung zu bringen. Die Arbeiter, die diesen Instinkt und besonders auch solche Instinkte betätigen, die, wie auszuführen versucht wurde (S. 239), erst nach der Entstehung der Staatenbildung neu entstanden sein können, sind steril. Die Entstehung der Instinkte durch Vererbung von Gewohnheiten scheint hier also nicht zuzutreffen.

Bringt man einige Bienen mit einer Königin in eine Schachtel, wie ich das früher (1900) näher beschrieben habe, und läßt sie darben, so ergibt sich bei diesem nicht gerade sympathischen Experiment, daß die verhungernden Bienen ihr Letztes der Nahrung heischenden Königin darbieten und noch im Sterben den Rüssel mit dem der Königin zur Abgabe nicht mehr vorhandenen Honigs zu vereinigen suchen. Als alle Arbeiter tot waren, lief die Königin noch frisch umher. Ich gab sie dann ihrem Volke zurück[1]). Die Entstehung dieses wunderbaren Instinktes erscheint nur möglich auf dem Boden des bereits geschlossenen Familienstaates und Selektionsprozesse werden ihn zur Ausbildung gebracht haben. Eine Königin, die Arbeiter erzeugte, die ihr selbst als Erhalterin der Kolonie die größte Pflege angedeihen ließen, mußte im Kampfe ums Dasein in Hungerjahren im Vorteil vor anderen sein.

Nun ist Herbert Spencer aber sogar der Meinung, daß die Instinkte aus Intelligenzakten, die durch viele Generationen hindurch stattfanden, hervorgegangen seien. Also was Intelligenz war, von deren Vorhandensein bei der niedersten Tierwelt und auch bei der Biene überhaupt noch keine triftigen Beweise vorliegen, das soll sich zum Instinkt umgebildet haben. Wäre das richtig, so müßten wir bei den höheren Tieren und Menschen allmählich ein Überwiegen der Instinkte wahrnehmen, aber wir sehen gerade das Umgekehrte, nämlich die zunehmende Herrschaft der Instinkte, je mehr wir uns in der Tierreihe den niedrigeren Formen zuwenden.

---

[1]) Man hat mich damals wegen dieses Experimentes in Tierschutzzeitungen heftig angegriffen. Ich kann nur sagen, daß ich ein außergewöhnlich großer Tierfreund und Gründer des hiesigen Tierschutzvereins bin. Aber es gibt auch Sentimentale und diesen diene zu Beruhigung, daß es nicht so ganz selten passiert, daß einer Biene versehentlich im Stock der Hinterleib abgetrennt wird. Solche Biene läuft ruhig weiter, versucht zu stechen, obgleich sie keinen Stachel mehr besitzt und reicht man ihr Honig, so saugt sie andauernd, während das Genossene hinter dem Brustkorb wieder ausfließt. Die schwere Verletzung macht anscheinend nicht den geringsten Eindruck. Verwundung und Tod verlaufen dort unten im Tierreich auf leichteren Wegen.

Müssen wir also die Instinkte als mehr oder minder komplizierte Assoziationen von Reflexen, als sogenannte Kettenreflexe ansehen, so pflegen wir mit allem Instinktiven gewöhnlich das Merkmal des Unbewußten zu verbinden.

Wir bemerkten nun aber bei den Bienen neben den Instinkten das Vorhandensein neuerworbener psychischer Fähigkeiten, wie noch an einem weiteren Beispiel dargelegt werden möge. Die junge erstmalig aufs Feld eilende Biene wird durch die ererbten Instinkte geleitet, und dem Reiz des Nektargeruches folgend, eilt sie sammelnd von Blüte zu Blüte. Verbunden mit dieser wahrscheinlich rein instinktiven Tätigkeit laufen aber Gedächtnis- und Lernprozesse (Reaktion auf die Blütenfarbe usw.). Die Biene bedarf der Anleitungen, der Erinnerungsbilder, wie das im Kapitel über den Ortssinn zur Genüge ausgeführt wurde.

Dieser Vorgang kann meines Erachtens wie viele ähnliche primitivste Individualneuerwerbungen, die an der Grenze der Instinkte hinziehen, ebenfalls unter der Schwelle des Bewußtseins vor sich gehen. Selbstverständlich haben wir es hier, um Mißdeutungen zu vermeiden, nicht mit absolut Unbewußtem zu tun, da wir damit in metaphysisches Gebiet kämen, aber meines Erachtens dürfte den niedrig organisierten Tieren die Fähigkeit fehlen, daß sich die unbewußten (Leibniz führte zuerst den Begriff der unbewußten seelischen Vorgänge ein) oder richtiger die unterbewußten (Forel 1910) Elemente ihres Seelenlebens unter Umständen zu bewußten gestalten, wie es sich bei uns zu ereignen vermag. Wundt (1906) meint, daß mit der Behauptung mancher Tierpsychologen, gewisse Tiere wie die Bienen und Ameisen besäßen zwar ein sehr ausgebildetes Erinnerungsvermögen, aber kein Bewußtsein, „kein psychologischer Sinn zu verbinden sei", und „daß ein Tier Gedächtnis, aber kein Bewußtsein besitzt, sei gewissermaßen eine contradictio in adjecto". Für Wundt ist das Bewußtsein ein Ausdruck für das Beisammensein der seelischen Erlebnisse, nichts, was außerhalb der letzteren und unabhängig von ihnen besteht, welcher Ansicht ganz beizupflichten ist. Für Wundt existiert im Gegensatz zu anderen Psychologen aber kein Unbewußtes oder Unterbewußtes, sondern er betrachtet diese Zustände als abgeschwächte Bewußtseinsgrade; die Klarheit des Bewußtseins ist stark herabgemindert oder löst sich schließlich in einzelne Bruchstücke auf, die keine Verbindung mehr untereinander besitzen. Hiernach ist alles, was auf Nervenbahnen verläuft, seelisches Erlebnis. Das läßt sich alles sehr gut hören, es fragt sich nur, ob jedem „seelischen Erlebnis" ein wirklicher Bewußtseinszustand entspricht.

Ich glaube aber, daß man hier auf Grund eingehender Beobachtungen des Tierlebens doch anderer Meinung zu sein vermag. Man kann sehr wohl ein gewissermaßen graduelles Ansteigen des Bewußtseins in der Tierreihe annehmen und doch die Ansicht anscheinend bestätigt finden, daß bei den Reflexen und Instinkten, bei alledem, was auf ererbten Bahnen verläuft, ja bei den niedersten individuell neuerworbenen Angliederungen noch keinerlei Bewußtseinsinhalte vorhanden zu sein brauchen. Man kann sehr wohl der Ansicht sein, daß sich erst bei komplizierteren neuen Individualassoziationen ein wirkliches Bewußtsein einstellen dürfte. Nach Ansicht vieler Psychologen ist für das Bewußtsein seine Einheitlichkeit und seine Kontinualität charakteristisch. Wenn Wundt daher im normalen Sein von Bewußtseinsbruchstücken spricht, die keine Verbindung mehr untereinander besitzen, so dürfte sich das mit dieser Definition nicht vereinigen lassen.

Da Physisches und Psychisches, soweit wir beobachten können, untrennbar zusammengehen, so ist es erklärlich, daß das höchste Bewußtsein mit der höchsten körperlichen Organisation zusammenfällt. Es sind meines Erachtens nur die komplizierteren Seelenregungen zugleich Bewußtseinsinhalte. Ich fasse hier das Bewußtsein aber nicht als etwas Nebenläufiges, Gesondertes, für sich Existierendes auf. Ein Gleichnis möge die Sache klarer machen. Die sogenannten seelischen Regungen seien mit einem Farbenspiel des Spektrums verglichen. Erst bei einer gewissen Summe von Farben resultiert die weiße Farbe — das Licht des Bewußtseins, die Apperzeption tritt auf, d. h. im Bewußtseinsfelde erscheinen Bewußtseinsinhalte. Wie nun bei langsamem Zusammenspiel der Farben, wie wir es z. B. auf einer Spektrumsscheibe sehen, die in langsame Rotation versetzt wird, nicht die rein weiße Farbe erscheint, sondern eine mehr graue — entsprechend dem Dämmerbewußtsein, dem Bewußtsein niederen Grades, wie es bei niederen Tieren mit langsamen oder spärlichen Assoziationen zuerst so auftreten mag —, so bringt erst die schnelle Rotation die größere Klarheit der weißen Farbe hervor — entsprechend den schnelleren und zahlreicheren Assoziationen beim klareren und schärferen Bewußtsein. Die volle Apperzeptionshöhe ist erreicht. Einzelne Farben genügen noch nicht, diesen Effekt hervorzubringen —, so verlaufen auch spärliche primitive Assoziationen unter der Schwelle des Bewußtseins, wenngleich selbst in den einfachsten Reflexen und Instinkten potentia Bewußtseinselemente vorhanden sein müssen, da das Bewußtsein geworden ist wie alles andere und nicht plötzlich bei einer besonderen Ecke

fertig ins Leben springt. Kein Gleichnis deckt den wirklichen Sachverhalt, auch hier sei es nur ein Mittel, ein Versuch, dem Wesen der Vorgänge ein wenig näher zu kommen.

Diese ganze Bewußtseinsfrage kann aber bei dem jetzigen Stande der Tierpsychologie sehr wohl vernachlässigt werden. Wie können namentlich bei niederen Tieren mit ihrer weit abstehenden Organisation niemals mit einiger Bestimmtheit sagen, ob die psychischen Vorgänge bewußt oder unbewußt (unterbewußt) verlaufen; sind wir hierzu doch nicht einmal bei den höheren Tieren imstande, ja vielfach nicht einmal beim Menschen. Nur auf Grund von induktiven Analogieschlüssen vermögen wir auf diesem Felde zu arbeiten, und es braucht nicht weiter auseinandergesetzt zu werden, daß wir da oft im Dunkeln tappen. Wie wollen wir insbesondere bei niederen Tieren entscheiden, ob dieser oder jener Vorgang bewußt oder unbewußt verläuft (Claparède 1901, H. E. Ziegler 1910). Wie ich das in früheren Schriften mehrfach betont habe, ist es vor allem ein ganz verfehltes Unterfangen, irgendwo in der Tierreihe den Anfang eines Bewußtseins herausfinden zu wollen.

Während die alte und die populäre Tierpsychologie eine Fülle rein menschlicher Züge in die Staatenbildungen der Bienen und Ameisen hineinträgt, so daß diese Insekten schließlich als Miniaturmenschen vor uns stehen, haben die Arbeiten der Maschinisten und Tropisten (Bethe, Uexküll, Loeb usw.) das unzweifelhaft Gute gehabt, die Gefahr der allzu starken Vermenschlichung gründlich zu beseitigen.

Erheben sich nun auch tatsächlich die psychischen Fähigkeiten der Bienen über diese extremen Seitenwege weit hinaus, so sind sie den Fähigkeiten der höheren Tiere wiederum weit unterlegen, auch bezüglich der Empfindungen, wie das schon nach einer Richtung hin aus dem nebenläufigen vorhin angeführten kleinen Beispiel ersichtlich sein dürfte. Alle Reize, welche die Bienen treffen, werden empfunden, denn es folgt eine Reaktionsbetonung nach der Lust- oder Unlustseite hin. In den Empfindungen liegen aber potentia auch bei der niedersten Tierwelt die Grundelemente eines Vorstellungsvermögens, da eben die Empfindungen die Grundlage aller Vorstellungen sind. Man möchte geneigt sein, dort, wo wir in der niederen Tierwelt das Vorhandensein von Erinnerungsbildern, von Gedächtnis annehmen müssen, auch ein Vorstellungsvermögen zu substituieren. Manche Psychologen sind auch dieser Ansicht, aber auf Grund meiner langjährigen intensiven Beobachtung des Lebens der sozialen Insekten, das uns, wie vorhin angeführt, derartige Erinnerungsprozesse zeigt, bin ich doch sehr zweifelhaft, ob wir hier

schon von einem Vorstellungsvermögen im eigentlichen Sinne reden dürfen. Denn erst im Bewußtsein wird durch eine Reihe von Empfindungen das Bild eines Gegenstandes oder eines Vorganges vorgestellt (1909 b).

Da wir es hier nun aber mit Vorgängen zu tun haben, die sehr wahrscheinlich, wie oben erwähnt, unter der Schwelle des Bewußtseins verlaufen oder höchstens ein ganz primitives Dämmerbewußtsein verraten, so werden wir die Möglichkeit der Bildung von Vorstellungen im engeren Sinne kaum annehmen dürfen. Auch Volkelt (1914) kommt neuerdings zu ähnlichen Ergebnissen. Wir haben es in diesen Fällen sehr wahrscheinlich nur mit Perzeptionen von inneren Wahrnehmungen zu tun, die schon aus dem Grunde nicht zu einer klaren Vorstellung gelangen können, weil hier schwerlich schon scharfe Apperzeptionsfähigkeiten vorhanden sein dürften, also wirklich scharfe genaue Auffassungen. Ein bekanntes Gleichnis möge dieses klarer machen. Im Gesichtsfelde nehmen wir im allgemeinen eine Fülle von Einzelheiten wahr, der ganze Inhalt des Gesichtsfeldes wird perzipiert, aber genau gesehen, genau aufgefaßt (apperzipiert) stets nur der in der Blicklinie (Aufmerksamkeitslinie) liegende Teil. Diese genauen Auffassungen sind nun aber wiederum nichts weiteres als in das Bewußtsein tretende Vorstellungen. Ein solcher Vorgang bedingt eine psychische Höhe, wie wir sie den sozialen Insekten nach meiner Ansicht kaum zuschreiben können.

So vermag ich erst recht nicht den Bienen Intelligenz zuzusprechen, trotz der relativ hohen Ausbildung des Gehirns (H. E. Ziegler 1912, v. Alten 1910, Jonescu 1909, Pietschker 1910, Bretschneider 1913). Freilich sind, da die Grundlage der Intelligenz in der Betätigung der Sinne besteht, auch in den einfachsten Sinnesbetätigungen potentia Intelligenzelemente enthalten. Aber auch hier geht es meines Erachtens wie in der Bewußtseinsfrage. Ebensowenig wie man psychische Regungen als bewußte bezeichnen sollte, weil sie potentia Bewußtseinselemente in sich schließen, ebensowenig darf man sie als intelligente bezeichnen, weil sie die Grundelemente der Intelligenz potentia in sich bergen. Erst bei einer gewissen Höhe der Sinnesbetätigungen können wir mit Fug und Recht von intellektuellen Prozessen sprechen, und zwar dort, wo wir bei einer Fülle von Assoziationen eine wirkliche Bildung von Begriffen, Urteilen und Schlüssen, eine Voraussicht der Ziele (Zwecke) und Einsicht in die Mittel bemerken sowie eine logische Reflexion, abstrakte Vorstellungen usw. Derartiges findet sich aber bei der Biene nicht.

Anmerkungen.

Anmerkung 2 zu S. 56.

Beobachtungen an *Eucera longicornis*. Zu der Frage des gemeinsamen Arbeitens verschiedener Weibchen der solitären Bienen in einer gemeinsamen Flugröhre bzw. in einem gemeinsamen Nest sei erwähnt, daß J. C. Nielsen (1902) zwei Weibchen von *Eucera longicornis* L. in einem Neste arbeitend fand. Über diese selbe Bienenart schreibt nun Rudow (1901) das Folgende: „Die Nester von *Eucera longicornis* sind geräumig und werden von der ganzen Familie bewohnt, mehrere Weibchen arbeiten darin, jedes an seiner Zelle; die Röhre dient während des Nestbaues zum gemeinsamen Aufenthalt, wird aber nach beendeter Tätigkeit mit Erde verschlossen .... Die Größe einer Erdgrube läßt auch auf eine länger dauernde Benutzung schließen, besonders da sie gegen Eindringen von Regenwasser geschützt ist, und wenn keine Zerstörung des Nistplatzes stattfindet, kann man mehrere Jahre nacheinander die Bienen immer wieder an derselben Stelle antreffen.“ In derselben Niströhre, die bereits im vorhergehenden Jahre benutzt wurde? Das wird durch die Beschreibung nicht klar, da liegt aber der springende Punkt. Die „Grube“, richtiger Röhre (oder ist noch etwas anderes gemeint) soll von der „ganzen Familie“ bewohnt sein? Wir sind hier aber bei *Eucera*, wie bei fast allen Solitären noch weltenweit ab von einer „Familie“. Die *Eucera*-Mutter lernt nie ihre Kinder kennen, wenn diese im nächsten oder gar erst im übernächsten Jahre erscheinen, ist die Mutter längst gestorben. Und die Nestgenossen sind doch nur zufällige Kameraden. Da es unmöglich ist, bei einer einfachen hier vorliegenden Beobachtung festzustellen, daß jedes Weibchen an seiner Zelle arbeitet, welche Tatsache ich nichtsdestoweniger für überaus wahrscheinlich halte, so erregt diese positive Angabe die Besorgnis, ob andere positive Darlegungen auch vielleicht problematisch sein dürften. Doch Rudow gibt noch eine weitere Beschreibung von *Eucera*-Beobachtungen. Ich zitiere nach Speiser (1904): „Bau in einer geräumigen, tiefen Höhle an der Südböschung eines Grabens mit lockeren, nicht haltbaren Erdzellen, über 20 beieinander.“ Speiser fügt hinzu: „Rudow gibt zwar zwei Beobachtungsorte »Mark und Mecklenburg« für die Nester an, die bestimmte Bezeichnung »an der Südböschung eines Grabens« läßt aber darauf schließen, daß es sich hier vielleicht doch um eine einzige Beobachtung eines einzigen Nistplatzes handelte.“ Wie ist dann aber die Angabe zweier Nistplätze zu erklären, wenn, wie auch ich

glaube, nur ein einziger in Betracht kommt, und lag nun dieser Nistplatz in Mecklenburg-Schwerin oder -Strelitz oder in der Mark? Speiser fährt dann fort: „Und dann ist die Frage der gemeinsamen Wohnhöhle wohl zweifellos dahin zu lösen, daß jene Höhle zufällig schon früher vorhanden war und nur der günstigen Lage wegen von 20 Weibchen gleichzeitig benutzt wurde.“ In der Originalarbeit von Rudow (1903) finde ich aber nicht das Komma hinter „Erdzellen“, es heißt dort also: „... mit lockeren, nicht haltbaren Erdzellen über 20 beieinander.“ Hier ist also — ich kann diese Äußerung nicht anders auffassen — nur von 20 Erdzellen die Rede und höchstens kann es heißen 20 Niströhren beieinander, wie das auch mit anderen Funden z. B. (Friese 1891) harmonieren würde. Unmittelbar anschließend, berichtet Rudow weiter: „Beide Geschlechter kamen mit Blütenblättchen von Veronica an, deren Zweck unklar blieb“. Da wird also auch noch von Männchen gesprochen. 20 Weibchen in einer Niströhre ist an und für sich schon recht unwahrscheinlich und nun noch die Männchen dazu. Doch sehen wir ab von diesem vielleicht unberechtigten Zweifel. Ich finde, wie gesagt, die Existenz der 20 Weibchen oder Individuen überhaupt nicht klargestellt. Doch weiter. Der Zweck der Veronica-Blütenblättchen sei „unklar“ geblieben. In einer früheren Beobachtung (1901) über dieselbe *Eucera*-Art sagt Rudow aber, daß er die Röhrenwände mit Blumenblättchen von Campanula und Veronica beklebt sah, „um sie einigermaßen haltbar zu machen“. Diese positiv gegebene Feststellung höchst bemerkenswerten und erstaunlichen Charakters, da sie eine Bienenart betrifft, die ihre Zellen sonst nicht tapeziert, läßt trotzdem zwei Jahre darauf die Bemerkung desselben Beobachters zu, daß der Zweck der Veronicablättchen „unklar“ geblieben sei. — Ganz außerordentlich fragwürdig ist auch die sonst nie bestätigte Bemerkung, daß auch die Männchen (?) beim Nestbau bzw. beim Eintragen von Veronicablättchen geholfen haben sollten. Da in einer übrigens sehr freundlichen Kritik öffentlich das Bedauern ausgesprochen wurde, daß meiner Arbeit über die Stammesgeschichte des Bienenstaates (1903) diese Rudowschen Beobachtungen „ganz unbekannt geblieben“ seien, so liegen wohl in den vorstehenden Ausführungen genügend Gründe, weshalb ich sie nicht herangezogen habe.

Anmerkung 3 zu S. 90.

Die Staatenbildung im Sinne Wlad. Wagners. Eine eigentümliche Stellung nimmt der russische Zoologe Wlad. Wagner, dem

wir ein Werk über Hummeln verdanken (1907), in seiner Auffassung des Staatenlebens ein. Nach seiner, wie mir scheint, gar zu sehr von der menschlichen „Gesellschaft“ und menschlichen „Staatenbildung“ beeinflußten Anschauung, die ich bereits früher (1907 a) zu widerlegen suchte, ist das Zusammenleben der Hummeln und anderer sozialen Insekten weder „eine Familie, noch eine Herde, noch eine Gesellschaft und entspricht noch weniger einem Staate“ (1904). Ich folge hier nachstehend diesem 1904 erschienenen gedrängten Vorläufer seiner größeren Arbeit. Er fragt: „Was stellt denn nun eigentlich dieses Zusammenleben bei den Insekten dar? Es stellt eine spezielle Form der Symbiose mit dem Charakter eines deutlich ausgesprochenen Parasitismus dar.“ Seine theoretischen Begründungen sind mir zum Teil unverständlich geblieben, doch hören wir einige tatsächliche Angaben. Die Bienenkönigin ist — nach Wagner — „ein echter Parasit“, weil sie „enorm entwickelte Eierstöcke besitzt“ und „es ist bei ihr ein neues Organ (sic), das *Receptaculum seminis* aufgetreten, welches sie zu einem an Hermaphroditen erinnernden Wesen gemacht hat“ usw. Offenbar scheint Wagner nicht zu wissen, daß ein *Receptaculum seminis* bei den Weibchen vieler Würmer, Mollusken und Arthropoden vorkommt und überall bei den solitären Bienen schon zu finden ist. Wenn Wagner weiter angibt, daß ich „die Gattung *Halictus* den Hummeln nahegestellt“ hätte, so leitet eine solche unrichtige Formulierung ohne nähere Angaben zu Irrtümern hin.

Ich habe die Staatenbildung nur durch die Parthenogenese als möglich erklärt. Wagner akzeptiert das und sagt nun: „Eine »Geselligkeit«, welche durch Parthenogenese bedingt wird und derselben ihre Entstehung verdankt, stellt schon aus diesem Grunde allein eine Erscheinung dar, welche mit der wahren Geselligkeit, in welcher die Parthenogenese keine Rolle spielt, nicht identisch ist, sondern sich scharf von derselben unterscheidet.“ Das hat noch niemand bezweifelt, aber diese ständigen Bezugnahmen auf menschliche Verhältnisse oder meinetwegen auf höhere tierische Zustände sind ganz inopportun und entsprechen nicht dem Charakter dieser besonderen Insektengemeinschaft, die durchaus für sich aufgefaßt werden muß. Ich gebe hier nur diese wenigen Auszüge.

Das Schwärmen zu Fuß bei den Hummeln. Wagner hat, was zum Schluß noch erwähnt sein möge, eine sehr interessante, völlig alleinstehende Beobachtung gemacht, nämlich eine besondere Art des Ausschwärmens der Hummeln. „Ein Schwärmen kommt bei den Hummeln nicht vor, allein es kommen, wenn auch äußerst

selten, Fälle vor, wo sie zusammen mit dem Weibchen in ein anderes Nest übersiedeln; solche Übersiedelungen werden stets »zu Fuß« und niemals im Fluge ausgeführt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt natürlich in jenen Eigenschaften des Geruchsvermögens der Hummeln, welche beweisen, daß, während die Bienen, durch den Geruchssinn und die von den »Kameradinnen« in der Luft zurückgelassenen Spuren (sic) geleitet, nicht Gefahr laufen, vom Wege abzukommen, die Hummeln ein solches Geruchsvermögen nicht besitzen und nur dann Fühlung untereinander behalten, wenn sie die Möglichkeit haben, sich von dem taktilen Geruchssinn leiten zu lassen" usw. Dabei kannten wir damals schon das Schwärmen oder das Fortwandern der brasilianischen Hummeln durch die Luft. Und wie mögen wohl die Bienen ihren Weg durch die Luft finden, die vorne in einem sich davonmachenden Schwarme fliegen, der sich geraden Weges z. B. zu einem eine halbe Stunde entfernten, vorher von den Spurbienen ausgekundschafteten hohlen Baume begibt, wie ich das (1900) geschildert habe? Haben da die Spurbienen auch die „Spuren in der Luft zurückgelassen", obgleich sie vor Tagen oder Stunden jenen Weg zuletzt flogen? Es ist schade, daß die interessanten biologischen Beobachtungen Wagners auch in seinem eigentlichen Hummelwerk (1907) fast durchweg so wenig annehmbaren Deutungen unterliegen, wie ich das im weiteren an anderer Stelle ausführte (1907a, 1914a).

Anmerkung 4 zu S. 164.

Der „Richtungssinn" Bonniers. Gaston Bonniers Beobachtungen an Bienen, die er zu verschiedenen Zeiten der Pariser Akademie unterbreitete, sind vielfach sehr wenig beweisender Art, zumal eine Berücksichtigung der einschlägigen Literatur kaum vorhanden ist. Er meint, daß die Bienen weder durch ihr Seh- noch durch ihr Geruchsvermögen („ni la vue ni l'odeur") zum Stock zurückfinden (1909). Zum Beweise gibt er unter anderem an, daß er sowohl die Netz- als auch die Stirnaugen mit geschwärztem Kollodium bestrichen, und doch hätten die Bienen, die aus größerer Entfernung vom Stocke losgelassen wurden, die Richtung nach ihrer Behausung eingeschlagen. Er behauptet infolgedessen, daß sie einen „sens de la direction" hätten, „plus ou moins comparable à celui des pigeons voyageurs". Der „Richtungssinn" der Brieftauben dürfte aber kaum irgendwie bewiesen sein (H. E. Ziegler 1897; Claparède 1903; Forel 1910). Warum aber diese Umstände? Wenn

geblendete Bienen wirklich ihren Stock aufzufinden vermögen, so werfe man in dunkler Nacht eine Handvoll Bienen nur einige Meter von ihrem Stande in die Luft und man wird finden, daß nicht eine ihren Stock erreicht. Um Geruchs- oder Gehörsempfindung sicher auszuschließen, sind 10 bis 20 m genügend. Ich habe hierauf früher schon hingewiesen (1900). Auch Brieftauben fliegen nicht bei Nacht und Nebel. Ebensowenig beweisend sind seine Ideen über den „raisonnement collectif", sagen wir also die „Staatsvernunft" bei den Bienen (1907), um das hier gleich abzumachen. Bonnier behauptet, daß die einzelne Biene nicht fähig sei, unter neuen, unvorhergesehenen Umständen ihre Handlungsweise passend zu modifizieren, aber die Gemeinschaft vermöge es. Wenn Wachswabenstücke mit Bindfäden im Holzrähmchen (Wabenrähmchen) vor dem Auseinanderfallen gesichert werden, bauen die Bienen die Wabenstücke aneinander, zernagen den Bindfaden und schaffen ihn in mehr oder weniger langen Stücken hinaus. Das Zernagen beginnt natürlich sofort, da es ein Fremdkörper ist, geht aber sehr langsam vonstatten, so daß meistens die Wabenstücke vorher schon aneinandergebaut sind. Es ist dies eine bekannte Imkermethode, gute Wabenstücke wieder zu einer ein Rähmchen ausfüllenden Wabe zusammenfügen zu lassen. Bonnier scheint nun aber anzunehmen, daß der „Geist des Bienenvolkes", wie Maeterlinck (1901) den „raisonnement collectif" in seinem wundervollen Bienenroman wohl gleichbedeutend bezeichnet, begreift, daß der Bindfaden nicht vor dem Festbauen entfernt werden dürfe, denn er sagt: „les abeilles soudent tous ces morceaux entre eux et reconstruisent des alvéoles dans les jonctions etc. ... Mais, ceci fait, la colonie décide que les morceaux de ficelle ... ne doivent pas rester dans la ruche. Ordre est donné[1]) à une escouade d'ouvrières en fonction de »nettoyeuses« d'avoir à enlever cette ficelle" usw. Die „Kolonie" entscheidet also und gibt den Befehl, und zwar nur an eine Truppe von Arbeitern, die die Funktion der „Reinmacher" zu erfüllen haben! In ähnlicher Weise schildert Bonnier dann auch das gemeinsame Hinausschaffen der abgenagten Bindfadenstücke. Das sind doch recht phantastische Ideen!

Da wird bei ungenügender Beobachtung nach meiner Ansicht zuviel des Menschlichen der „Staatsvernunft" aufgebürdet. Gemeinschaftsinstinkte, einen „Korpsgeist" gibt es in der Tat sowohl bei Zusammenscharungen von Solitären als auch bei Sozialen, wie das

---

[1]) Von mir gesperrt, wie auch das Vorhergehende. v. B.

mehrfach im Text dieser Arbeit bewiesen wird. Das individuelle Verhalten der einzelnen Koloniegenossen bedingt aber den Gemeinschaftsinstinkt, der in sich nichts dem einzelnen Wesensfremdes darstellt (s. auch Szymanski 1913). Zu den „Reinmachern", die als gesonderte Truppe bisher unbekannt waren, denn tatsächlich säubert jede einzelne Biene gegebenenfalls das Notwendige, gesellt Bonnier auch die „chercheurs" oder „chercheuses" (1905, 1907), die sich von den eigentlichen Arbeitern dadurch unterscheiden sollen, daß sie für die Kolonie das Aufspüren neuer Nektarschätze und von Blatthonig, Pollen usw. erledigen, und zwar seien sie nur des Morgens als Aufsucher tätig und würden dann im Laufe des Tages zu Einsammlern („butineuses"). Hier findet sich wieder Richtiges mit Falschem gemengt. Ich muß auf meine Darstellung (s. S. 171) verweisen. Selbstverständlich ist jede morgens aufs Feld eilende Biene eine „chercheuse", aber nur dann, wenn keine länger dauernde Trachtzeit herrscht. Blüht z. B. die Linde, so geht es — auf Grund der tags zuvor gemachten Erfahrungen — sofort wieder zur Lindenblüte hin. Ein neues Suchen ist da nicht notwendig. Der schon mehrfach betonte bekannte Stetigkeitssinn läßt die Biene dann bei dieser Tracht weilen, bis der Lindennektar mit dem Schwinden der Blüten aufhört. Dieser Stetigkeitssinn muß natürlich bei allen Experimenten ständig beachtet werden und auch alle sonstigen biologischen Verhältnisse müssen eine sorgfältige Berücksichtigung erfahren, sonst „irren wir führerlos in einem Wunderwalde" (Butt.-Reep. 1903, Zusatz 1, S. 76).

Man kann auch künstlich die Hausbienen zu Feldbienen (Chercheurs) machen, wenn man, wie ich das früher (1900) schon erwähnte, ein Volk aus lauter jungen, eben ausgekrochenen Bienen zusammenstoppelt. Die normalerweise noch längere Zeit „Brutammen, Hausbienen" (s. S. 114) gewesen wären, fliegen nun viel früher auf Tracht aus, selbst wenn eine Fütterung im Stocke eintritt.

Der „Richtungssinn" Wlad. Wagners. Schon vor einigen Jahren (1907a) beschäftigte ich mich mit dem „Richtungssinn", den Wagner bei den Hummeln konstruiert (1904, 1907). Dieser Richtungssinn ist bei ihm etwas besonderes, obgleich er ihn den „Richtungssinn der Autoren" nennt. Da die Hummeln nach seiner eigenen Angabe „von dem Richtungssinn im Stich gelassen werden, wenn sie der Möglichkeit beraubt sind, ihre Augen in der Weise zu benutzen, wie sie dies bei dem Abfluge und der Rückkehr auf weite Entfernungen tun", so dürfen wir auch hier wohl schließen, daß eben nur Orientierung durch die Augen, Gedächtnisprozesse in Frage

kommen. Zu demselben Schlusse kommt Weismann (1895) bezüglich des vermeintlichen Richtungssinnes bei *Chalicodoma*, einer solitär lebenden Biene, Bouvier (1901) bei *Bembex*, einer solitär lebenden Wespe, Lubbock (1891), Forel (1910) usw. bei Ameisen, Peckham (1887) bei Wespen usw., wie das schon eingangs erwähnt wurde (s. auch Claparède 1903).

Der Richtungssinn beim Menschen. Die Annahme eines Richtungssinnes stützt sich zum Teil auf einen solchen bei den Tieren. Auch Szymanski (1913 a) zieht letzteren in seiner interessanten Arbeit heran. Wir begegnen nun verschiedenen Auffassungen dieses Richtungssinnes. Bei den einen ist es eine geheimnisvolle Kraft, die besonders den Naturvölkern eigen sein soll, deren Träger sich z. B. im Urwald oder Dschungel, um es kurz zu sagen, nicht verirren könne. Man vermutet hier einen gewissen magnetischen Sinn oder etwas dergleichen. Bei den anderen ist dieser zurückführende Richtungssinn lediglich, in kurzen Worten, die Funktion des Hinweges, eine unbewußte Registrierung der Winkel usw. Es ist wohl zweifellos, daß hier Naturvölker mehr leisten als die zivilisierte Menschheit. Es bedarf aber noch vieler Experimente, um in dieser Sache wirklich klar zu sehen. Von dem Vorhandensein des ersteren Richtungssinnes habe ich mich, wie ich das schon früher (1907 a) ausführte, während eines mehrjährigen Aufenthaltes unter den Eingeborenen des malaiischen Archipels und auch neuerdings im Dschungel Ceylons nicht überzeugen können. Ein Felsblock, der in seinen Spalten Bienenvölker aufweisen sollte, konnte z. B. von zwei Eingeborenen nur mit größter Mühe im dichten Dschungel Nordceylons wieder aufgefunden werden. Wir irrten stark umher, bis er endlich entdeckt wurde. Ich wunderte mich über die sehr mangelhafte Orientierungsgabe. Gehen die Malaien in einen ihnen fremden Wald, so versäumen sie nicht, ihre Augen zu gebrauchen und Zeichen zu schlagen usw. Von geradezu verhängnisvollen Verirrungen in den Urwäldern Sumatras trotz Beiseins von Eingeborenen weiß der Forscher Gustav Schneider in Basel zu berichten.

Literatur.

Nachstehend finden sich nur die Werke verzeichnet, die in dieser Arbeit zitiert werden. Weitere einschlägige Literatur findet sich in meinen Schriften 1900, 1903, 1904, 1906 usw.

Abram, Wilhelm. 1887. Australische Bienenzucht. Bienenzeitung, Nördlingen, S. 226.

Adam, Alexander. 1912. Bau und Mechanismus des Receptaculum seminis bei den Bienen, Wespen und Ameisen. Zool. Jahrb., Abt. Anat. Bd. 35, 74 S. m. 25 Textfig., 3 kol. Taf. (Dissert.).

Alfken, J. D. 1913. Die Bienenfauna von Bremen. Abh. Nat. Ver. Bremen. 22. Bd., Heft 1, 220 S.

Allard, H. A. 1911. Some exp. observations conc. the behavior of various bees in their visits to cotton blossoms. Amer. Nat. 45, p. 607—622, 668—685, zit. n. Turner.

Alfonsus, Alois. 1894. Die Befruchtungsausflüge der Bienenkönigin. Gravenhorsts deutsche ill. Bienenztg., Heft 9, S. 366—368.

—— 1905. Allgemeines Lehrbuch der Bienenzucht. 660 S., 354 Textfig., 4 Taf. Wien.

Alten, Hans v. 1910. Zur Phylogenie des Hymenopterengehirns. Jenaische Zeit. f. Naturwissensch. Bd. 46, N. F. 39, Heft 2, S. 513—590, 28 Textfig., 5 Taf. Jena.

Andreae, Eugen. 1903. Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen? Beihefte zum Botanischen Centralbl. 15. Bd., 3. Heft, S. 427—470. Jena.

Armbruster, L. 1913. Über die Chromatinverhältnisse bei solitären Bienen und ihre Beziehung zur Frage der Geschlechtsbestimmung. Ber. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br., 20. Bd.

—— 1913a. Chromosomenverhältnisse bei der Spermatogenese solitärer Apiden (*Osmia cornuta Latr.*). Beiträge zur Geschlechtsbestimmungsfrage und zum Reduktionsproblem. Arch. f. Zellforschung, 11. Bd.. 2. Heft, S. 242—326, 3 Taf., 10 Textfig.

Arnhart, Ludwig. 1906. Anatomie und Physiologie der Honigbiene. Wien.

Assmus, Eduard. 1874. Über ein ägyptisch-deutsches Mischlingsvolk und einige dabei gemachte Beobachtungen. Bienenzeitung, Nr. 14, S. 164 bis 166. Eichstädt.

Aubert, H. und **Fr. Wimmer.** 1858. Die Parthenogenese bei Aristoteles' Beschreibung der Geschlechts- und Zeugungsverhältnisse bei den Bienen. Z. wiss. Zool., 9. Bd., S. 507—521.

Aurivillius, Chr. 1896. Über Zwischenformen zwischen Socialen und Solitären Bienen. Festskrift för Lilljeborg. Upsala. S. 69—77.

Bachmetjew, P. 1899. Über die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien. Z. wiss. Zool., 66 Bd., S. 521—604.

—— 1900. Die Abhängigkeit des kritischen Punktes bei Insekten von deren Abkühlungsgeschwindigkeit. Z. wiss. Zool., 67. Bd., 4. Heft.

Baldenstein, v. 1855. Bienenzeitung Nr. 1, S. 12. Eichstädt.

Beard, J. 1902. The determination of sex in animal development. Jena; auch in Zool. Jahrb., Abt. Anat., 16. Bd., 4. Heft, S. 705—764.

Beck. 1894. Wer hat das Wachsschwitzen der Bienen entdeckt? Gravenhorsts deutsch. ill. Bienenztg., 3. Heft, S. 110—111. Braunschweig.

Berlepsch, v. 1852. Apistische Briefe an Herrn Pfarrer Dzierzon. Bienenzeitung Nr. 21. Extrabeilage. Eichstädt.

—— 1853. Ein Wort für meine Achtundzwanzigbeute an Herrn Pfarrer Dzierzon. Bienenzeitung Nr. 5. Extrabeilage. Eichstädt.

—— 1853a. Über kleine Drohnen. Bienenzeitung Nr. 12/13, S. 97.

—— 1854. Über kleine Drohnen. Bienenzeitung Nr. 4.

—— 1856. Über die Wache bei den Bienen. Bienenzeitung Nr. 1, S. 11.

—— 1867. Zur Lehre von der Begattung der Königin. Bienenzeitung Nr. 20, S. 233—238. Eichstädt.

—— 1873. Die Biene und ihre Zucht mit beweglichen Waben. 3. Aufl. Mannheim.

Bethe, Albrecht. 1898. Dürfen wir Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 70. (Auch separat erschienen. Bonn. 88 S. 5 Textfig. 2 Taf.)

Bienenzeitung. 1865. Nr. 2/3, S. 38. Eichstädt.

Bingham, C. T. 1897. The Fauna of Britisch India. Hymenoptera. Vol. 1. London.

Bohn, Georges. 1910. Die Entstehung des Denkvermögens. Übers. v. Dr. R. Thesing. 221 S. Leipzig.

Bonnier, Gaston. 1905. L'accoutumance des abeilles et la couleur des fleurs. C. R. Acad. Sc. Paris, S. 988—984.

—— 1907. Sur quelques exemples d'un raisonnement collectif chez les abeilles. C. R. Acad. Scienc. Paris. Bd. 45, S. 1380—1385.

—— 1909. Le „sens de la direction" chez les abeilles. C. R. Acad. Scienc. Paris. Bd. 148, S. 1019—1022.

Bouvier, E.-L. 1901. Les Habitudes des Bembex. Monographie Biologique. 4 Textfig. 68 S. Paris.

Boveri, Th. 1902. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Vhdl. Phys.-Med. Ges. zu Würzburg. N. F. 35. Bd.

Braue, August. 1913. Die Pollensammelapparate der beinsammelnden Bienen. Jenaische Ztschr. f. Naturw. 50. Bd. N. F. 43. Bd. 96 S. 26 Textfig. 4 Taf.

Brauns, H. 1911. Biologisches über südafrikanische Hymenopteren. Zeit. f. wiss. Insektenbiologie, Bd. 7, S. 238.

Bresslau, Ernst. 1905. Der Samenblasengang der Bienenkönigin. Zool. Anz., 29. Bd., Nr. 10.

Bretschneider, F. 1913. Der Zentralkörper und die pilzförmigen Körper im Gehirn der

Insekten. Zool. Anz., 41. Bd., Nr. 12, S. 560—569. 4 Textfig.

Briant, T. J. 1886. Notes on the Antennae of the Honey-Bee. Journ. Linn. Soc. London. Vol. 19, S. 84—88. 8 Fig.

Brischke. 1886. Die Hymenopteren des Bernsteins. Schr. d. naturf. Ges. Danzig. N. F. 6. Bd., 3. Heft, S. 278—279.

Bugnion, E. 1912. Le Bruissement des Termites. Bull. Soc. entomol. Suisse. 12. Bd. Heft 4. 11 S. Berne.

Burmeister. 1832. Handbuch der Entomologie. 1. Bd., S. 636.

Buschbauer, Hans. 1887? Amerikanische Bienenzucht. 138 S Milwaukee (ohne Jahreszahl).

Butlerow, A. 1878. Die kaukasische Biene und die Bienenzucht im Kaukasus. Bienenzeitung, S. 34. Eichstädt.

—— 1879. Aus St. Petersburg. Bienenzeitung, S. 44. Eichstädt.

Butlerow - Vogel - Günther. 1879. Mitteilungen über die kaukasische Biene und deren Zucht in Deutschland. Bienenzeitung, S. 311 ff. Eichstädt.

Buttel-Reepen, H. v. 1899. Die Befruchtungsvorgänge im Bienenei. Bienenw. Zentralbl. Nr. 16 v. 15. August. Hannover.

—— 1900. Sind die Bienen Reflexmaschinen? VI u. 82 S. Leipzig. Fast gleichlautend a. Biol. Centralbl., 20. Bd., Nr. 4—9, 1900, aber ohne alph. Register usw.

—— 1900a. Aus den Wundern des Bienenstaates. Bienenw. Centralbl., 36. Jahrg., Nr. 8 u. 9. Mit 8 Textfig. Hannover.

—— 1901. Charakteristisches zur neuen Lehre. Bienenw. Centralbl. Nr. 12. 2 S. Hannover.

—— 1902. Die Parthenogenesis bei der Honigbiene. Natur u. Schule, 1. Bd., 4. Heft, S. 230—239.

—— 1903. Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates sowie Beiträge zur Lebensweise der solitären und sozialen Bienen (Hummeln, Meliponinen usw.). 20 Abb. 2 Tab. XII u. 138 S. Leipzig.

Buttel-Reepen, H. v. 1903a. Über die Bedeutung der Stirnaugen und der Seitenaugen bei der Honigbiene. Bienenw. Centralbl. Nr. 21. Hannover.

—— 1903b. Aus dem Leben der Honigbiene. Allg. Z. f. Entomol. Bd. 8, Nr. 22/24, S. 453—457. Neudamm.

—— 1904. Über den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse von den geschlechtsbestimmenden Ursachen bei der Honigbiene (*Apis mellifica L.*). Ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Präformation. Vhdl. Deutsch. Zool. Ges., S. 48—77.

—— 1904a. Entstehen die Drohnen aus befruchteten Eiern? Ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Präformation. Bienenw. Zentralbl. Nr. 3 ff. Hannover. Im wesentlichen dasselbe wie in 1904.

—— 1905. Findet die Begattung der Königin in der Luft statt? Bienenw. Centralbl. Nr. 11, S. 163—166, und Nr. 13, S. 195—196. Hannover.

—— 1905a. Der Geruchssinn der Bienen. Bienenw. Centralbl. Nr. 7. Hannover.

—— 1905b. Soziologisches und Biologisches vom Ameisen- und Bienenstaat. Arch. f. Rass.- u. Gesellsch.-Biologie. 2. Jahrg. 1. Heft. Berlin.

—— 1905c. Biologische und soziologische Momente aus den Insektenstaaten. Compt. rend. 6me Congrès intern. Zool. de Berne, S. 462—479.

—— 1905d. Die Ursachen der Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene u. die analytisch-statistische Methode. Z. wiss. Ins.-Biol., Heft 11, S. 441—445.

Buttel-Reepen, H. v. 1905e. Neues über die Samenblase der Königin. Bienenw. Centralbl. Nr. 19 u. 21. 2 Textfig. Hannover.

— 1905f. Erlischt der Sammeltrieb der Honigbiene in warmen Gegenden? Bienenw. Centralbl., S. 354—356. Hannover.

— 1905g. Sind Drohnen, die von unbefruchteten Königinnen stammen, zeugungsfähig? Bw. Centralbl. Nr. 3. S. 36—37. Hannover.

— 1906. Apistica, Beiträge zur Systematik, Biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifica L.*), ihrer Varietäten und der übrigen Apisarten. Mitt. a. d. Zool. Museum zu Berlin. 3. Bd., 2. Heft, S. 119—201. 8 Textfig. Berlin.

— 1907. Psychobiologische und biologische Beobachtungen an Ameisen, Bienen und Wespen. Naturw. Wochenschr. N. F. 6. Bd. Nr. 30.

— 1907a. Zur Psychobiologie der Hummeln. I. Biolog. Centralbl., Bd. 27, Nr. 18 u. 19.

— 1907b. Über Kokonspinnen der Bienen. Bienenw. Centralbl., S. 196. Hannover.

— 1908. Das Geruchsvermögen der Bienen. Bienenw. Centralbl., Nr. 23/24.

— 1908a. Zur Fortpflanzungsgeschichte der Honigbiene. Zool. Anz., 33. Bd.

— 1909. Das angeblich schlechte Geruchsvermögen der Bienen. Bienenw. Centralbl., S. 3—5, 35—37. Hannover.

— 1909a. Über das Ortsgedächtnis der Bienen. Bienenw. Centralbl., S. 67—69. Hannover.

— 1909b. Die moderne Tierpsychologie. Arch. Rass.- u. Gesellsch.-Biol. 6. Jahrg. Leipzig.

Buttel-Reepen, H. v. 1910. Wer sind die eigentlichen Erfinder des Rähmchens und des „Stäbchens“? Bienenw. Centralbl. Nr. 6 und 7. Hannover.

— 1911. Atavistische Erscheinungen im Bienenstaat (*Apis mellifica L.*). Müssen wir dem Bienenei zwei oder drei Keimesanlagen zuschreiben? Entdeckung der „Sporen“ (*Calcaria*) bei der Honigbiene. Ier Congrès Intern. d'Entomologie 1910, S. 113—132. Mit 1 Textfig. u. 1 Taf. Bruxelles.

— 1911a. Das Entstehen von Drohnen aus befruchteten Eiern, zugleich Darlegung der Cameronschen Lehre. Bienenw. Centralbl. Nr. 8. Hannover.

— 1912. Entomologischer Reisebrief aus Ceylons Bergen. Entom. Mitt. Nr. 4, Bd. 1, S. 97—103. 1 Textfig. Berlin.

— 1912a. Tierpsychologie. Handbuch für Naturfreunde. II. Bd. Stuttgart.

— 1913. Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise nach Ostindien. II. *Ameisen* aus Sumatra, Java, Malacca und Ceylon, beschrieben von A. Forel, Yvorne. Zool. Jahrb., Abt. Syst. 36. Bd., 1. Heft, mit 40 Textfig., S. 1—148.

— 1914. Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise nach Ostindien. III. *Termiten* aus Sumatra, Java, Malacca und Ceylon. Beschrieben von Nils Holmgren. Zool. Jahrb. (Syst.). Bd. 36, S. 229—286. 1 Taf.

— 1914a. Dysteleologen in der Natur. (Zur Psychobiologie der Hummeln. II.) Biol. Centralbl.

Caesar, C. Julius. 1912. Die Stirnaugen der Ameisen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., 35. Bd., 2. Heft, S. 161—242. 4 Taf. 29 Textfig.

Cameron, P. 1889. On Parthenogenesis in the Hymenoptera. Transact. Nat. Hist. Soc. of Glasgow, S. 194—201. Read 4th April 1888.

Carlet, G. 1890. La cire et ses organes sécréteurs. Le Naturaliste. (Nach Dreyling.)

Casteel, D. B. 1912. The behavior of the Honey Bee in Pollen collecting. Bulletin No. 121. U. S. Departm. of Agricult. 36 S. 9 Textfig. Washington, Dec. 31.

— 1912a. The Manipulation of the wax scales of the honey bee. 13 S. 7 Textfig. Circular No. 161. U. S. Departm. of Agricult. Washington, Oct. 4.

Cheshire, Frank, R. 1886. Bees and Beekeeping. Scientific and Practical. Vol. II Practical. 652 S. London.

— 1886a. Bees and Beekeeping. Vol. I Scientific. 336 S. London.

Child, Ch. M. 1894. Über ein bisher wenig beachtetes Sinnesorgan der Insekten. Z. wiss. Zool., Bd. 58, S. 475—528.

Christ, J. L. 1780. Anweisung zur nützlichsten und angenehmsten Bienenzucht für alle Gegenden usw. 6 Kupf. Frankfurt und Leipzig.

Claparède, Ed. 1901. Les Animaux sont-ils conscients? Rev. Philos. Tom. 51. Auch separat. 24 S. Genève.

— 1903. La Faculté d'Orientation lointaine. Sens de Direction, Sens du Retour. Extr. Arch. de Psychol. T. II. S. 133—180. Genève.

— 1913. Tierpsychologie. Handwörterbuch. d. Naturwiss., 9. Bd., S. 1187—1204. Jena.

Claus, C. 1867. Über die wachsbereitenden Hautdrüsen der Insekten. Sitz.-Ber. Ges. z. Beförd. gesamt. Naturw. Marburg.

— 1873. Der Bienenstaat. Sml. wiss. Vortr. (Virchow u. Holtzendorf), Heft 179. Hamburg.

Claus, C. 1894. Über einen Bienenstaat mit zwei Königinnen. Verhdl. Ges. Deutsch. Naturf. LXVI. S. 147 u. 148.

— **u. C. v. Siebold.** 1873. Über taube Bieneneier. Z. wiss. Zool. 23. Bd. S. 198—210, mit 2 Textfig.

Cockerell, T. D. A. 1907? A Fossil Honey-Bee. The Entomologist, S. 227—229. London. Separatum ohne Jahresangabe.

— 1908 a. Descriptions and Records of Bees. Annals a. Magaz. of Natur. Hist., Ser. 8, Vol. XI, S. 323—334.

— 1908 b. A Fossil Leaf-Cutting Bee. The Canadian Entomologist, S. 31—32.

— 1908 c. Some Results of the Florissant Expedition of 1908. The American Naturalist, Vol. XLII, Nr. 501, S. 575—576. 2 Textfig.

— 1909 a. Descriptions of Hymenoptera from Baltic Amber. Schr. d. Physik.-ökonom. Ges. in Königsberg, 50. Jahrg., 1. Heft, 1909, S. 1—25. 14 Textabb.

— 1909 b. Some European Fossil Bees. The Entomologist, S. 313—317. London.

Contardi-Wildman, 1775. Daniele Wildman: Guido sciura pel Governo delle Api in tutto il corro dell' Anno. Colle annotazioni di Angelo Contardi Veronese. Cremona.

Cook, A. J. 1888. The Manuel of the Apiary.

Cori, Eduard. 1875. Miscellen über edle Bienenrassen. Bienenzeitung, S. 39 ff. Eichstädt.

Cornetz, Victor. 1911. Das Problem der Rückkehr zum Nest der forschenden Ameise. Z. f. wiss. Insektenbiol., Heft 5—11.

Correns, C. 1907. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. 81 S. 9 Textfig. Berlin.

Cotton, W. C. 1842. My Bee Book. 368 S. mit Illustr. London.

Cowan, Thos. Wm. 1891. Die Honigbiene, ihre Naturgeschichte, Anatomie und Physiologie. Übers. v. Gravenhorst. 72 Textfig. 189 S. Braunschweig.

—— 1902. Führer des englischen Bienenzüchters. 2. Aufl. Leipzig.

—— 1908. Wax Craft. All about Beeswax, its history, production, adulteration and commercial value. 17 Taf. 172 S. London.

Crawley, W. C. 1912. Parthenogenesis in Worker Ants, with special reference to two colonies of Lasius niger, Linn. Trans. Ent. Soc., S. 657—663. London.

Dalla Torre, K. W. v. u. H. Friese. 1899. Die hermaphroditen und gynandromorphen Hymenopteren. Ber. naturw.-med. Vereins in Innsbruck. 24. Bd. Auch separat. Innsbruck.

Darwin, Charles. 1859. Die Entstehung der Arten. Übers. v. Bronn. 2. Aufl. 1863.

—— 1877. Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Stuttgart.

Dathe, G. 1877. Die italienische Biene nach Java. Bienenw. Centralbl., S. 190 u. 220 (auch 1878, S. 155). Hannover.

—— 1881. Die Heidbiene und die kaukasische Biene. Bienenztg., S. 18. Nördlingen. (Auch schon 1880, Bienenw. Centralbl., S. 266. Hannover.)

—— 1892. Lehrbuch der Bienenzucht. 5. Aufl. Bensheim.

Dathe, Rud. 1881. Bienenw. Centralbl., S. 18. Hannover.

—— 1883. *Apis dorsata.* Bienenzeitung Nr. 19, S. 234 ff. Nördlingen.

Debeauvoys, M. 1846. Guide de l'Apiculteur. Angers. 6. Aufl. 1863. Auch deutsch: Die praktische Bienenzucht. II. Aufl. Berlin 1859.

Deegener, P. 1909. Die Metamorphose der Insekten. Leipzig.

Della Rocca. 1790. Traité complet sur les Abeilles etc. 3 Bde. 1 Kupf., 4 Taf. Paris.

Demoll, Reinhard. 1908. Die Königin von *Apis mellifica*, ein Atavismus. Biol. Centralbl., Bd. 28, Nr. 8, S. 271—278. Erlangen.

—— 1910. Die Physiologie des Facettenauges. Ergebn. und Fortschr. d. Zool., 2. Bd., 3. Heft, S. 431—516. 22 Textfig. Jena.

—— und **Ludwig Scheuring.** 1912. Die Bedeutung der Ocellen der Insekten. Zool. Jahrb., 31. Bd., 4. Heft, S. 519—628. 23 Textabb.

Dennler, J. 1890. Die Wachsmotten. Beschreibung u. Lebensweise usw. 6 Abb. 24 S. Braunschweig.

Detto, Carl. 1905. Blütenbiologische Untersuchungen I u. II. Flora od. Allg. bot. Zeitung., 94. Bd., 2. u. 3. Heft.

Deus. 1856. Bienenzeit. Nr. 2, S. 14. Eichstädt.

Dietrich. 1909. Die Facettenaugen der Dipteren. Z. wiss. Zool.. 92. Bd.

Dobkiewicz, L. v. 1912. Beitrag zur Biologie der Honigbiene. Biol. Centralbl., 32. Bd. (Dissert.).

Dönhoff, Ed. 1854. Bienenzeit. Nr. 24, Buchausgabe, S. 407. Nördlingen 1861.

—— 1854a. Der Hergang beim Bauen. Bienenzeit. Nr. 15, Buchausgabe, S. 391. Nördlingen.

—— 1854b. Bienenzeit. Nr. 12, S. 140.

—— 1855. Bienenzeit. Nr. 8, Buchausgabe, 1. Bd., S. 407. Nördlingen 1861.

—— 1855a. Bienenzeit. Nr. 23, S. 274.

—— 1856. Über die Wache bei den Bienen. Bienenzeit. Nr. 5, S. 49.

—— 1859. Über die künstliche Erziehung von Zwergköniginnen. Bienenzeit., S. 8.

Dönhoff, Ed. 1859a. Ursache, daß eine Königin in verschiedenen Zeiten verschiedene Eier legt. Bienenzeit. Nr. 22, S. 249. Eichstädt.

—— 1860. Warum enthalten die beiden ersten Bauchringe keine Wachsorgane? Bienenzeit. Nr. 9, S. 103. Eichstädt.

—— 1860a. Ein Bienenzwitter. Bienenzeit. Nr. 15, S. 174. Eichstädt.

—— 1884. Über die Entstehung der Bienenzellen nach Müllenhöff und Darwin. Arch. f. Anat. u. Physiol.; nach Bienenzeit. Nr. 10, S. 109—110.

Douglas, J. C. 1884. Handbook of Bee-Keeping for India. V u. 145 S. 5 Taf. Calcutta.

Dreyling, L. 1903. Über die wachsbereitenden Organe der Honigbiene. Zool. Anz., 26. Bd., Nr. 708.

—— 1904. Weitere Mitteilungen über die wachsbereitenden Organe der Honigbiene. Zool. Anz., 27. Bd., Nr. 7/8.

—— 1904a. Zur Kenntnis der Wachsabscheidung bei Meliponen. Zool. Anz., 28. Bd., Nr. 6.

—— 1905. Beobachtungen über die wachsabscheidenden Organe bei den Hummeln, nebst Bemerkungen über die homologen Organe bei Trigonen. Zool. Anz., 29. Bd., Nr. 18.

—— 1905a. Die wachsbereitenden Organe bei den gesellig lebenden Bienen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., 22. Bd., Heft 2, S. 289—330. 1 Textabb. 2 Taf.

Drory, E. 1872. Quelques observations sur la Melipone scutellaire. Bordeaux.

—— 1872a. Einige Beobachtungen an Melipona scutellaris. Bienenzeit., 28. Bd., Nr. 13—18. Nördlingen.

—— 1873. Nouvelles Observations sur les Mélipones, in Le Rucher du Sud-Ouest. Journ. soc. apic. Gironde, 1. Jahrg., Nr. 5—6. Bordeaux.

Drory, E. 1873a. Über Meliponen. Brief an Prof. Dr. C. v. Siebold. Bienenzeit., 29. Bd., S. 172—176. Nördlingen.

—— 1873b. Note sur quelques espèces de Mélipones de l'Amérique du Sud. Compt. Rend. des Séances d. l. Soc. Linn. de Bordeaux, Bd. 29, S. 31.

—— 1873c. De la manière dont les Mélipones secrètent la cire. C. R. Séanc. Soc. Linn. de Bordeaux, Bd. 29, S. 62.

—— 1874. Welchen wissenschaftlichen und praktischen Wert haben die Meliponen in Europa? Bienenzeit. Nr. 23. Nördlingen.

Ducke, Ad. 1901. Beobachtungen über Blütenbesuch usw. der bei Pará vorkommenden Bienen. Z. syst. Hym. u. Dipt., S. 1—8, 49—67.

—— 1902. Die stachellosen Bienen (*Melipona Ill.*) von Pará. Zool. Jahrb., Abt. Syst., 17. Bd., 2. Heft. 17 Textabb. 1 Taf. S. 285—328.

—— 1903. Biologische Notizen über einige südamerikanische Hymenoptera. 1. Über die Bedeutung der Ocelli bei den Hymenopteren. Allg. Zeit. f. Entomol. Bd. 8, S. 368. Neudamm.

—— 1904. Sobre as Vespidas sociaes do Pará. Boletim do Museu Goeldi. Bd. 4, No. 2 u. 3, S. 317—374. 4 Textfig. 2 Taf. Pará.

—— 1905. Biologische Notizen über einige südamerikanische Hymenopteren. Zeit. f. wiss. Insektenbiol., Bd. 1, S. 175. Husum.

—— 1905a. Sobre as Vespidas sociaes do Pará. I. Supplemento. Bol. d. Museu Goeldi. Bd. 4 mit 4 Taf. u. 1 Textfig.

—— 1907. Novas Contribuições para o conhecimento das Vespas (*Vespidae sociales*) da

região neotropical. Bol. Mus. Goeldi, S. 152—199. Mit 3 Taf.

Ducke, Ad. 1910. Revision des Guêpes sociales polygames d'Amérique. Ann. Mus. Nationalis Hungarici. 8. Bd., S. 449—544. Mit 17 Textfig.

—— 1912. Die natürlichen Bienengenera Südamerikas. Zool. Jahrbuch, Abt. Syst., 34. Bd., 1. Heft.

—— 1914. Über Phylogenie und Klassifikation der sozialen Vespiden. Zool. Jahrb., Abt. Syst., 36. Bd., 2./3. Heft. 17 Textabbild.

Dugès, Ant. 1838. Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux. I. Bd., S. 322. Montpellier et Paris.

Dumas et Milne Edwards. 1844. Note sur la production de la Cire des Abeilles. Lue à l'Academie des Sciences le 18. Septbr. 1843. XIX. Bull. Zool. Paris.

Dzierzon, Joh. 1845. Bienenzeit. Nr. 11. Eichstädt.

—— 1847. Die wesentlichsten Einrichtungen meiner Bienenwohnungen. Bienenzeit. Nr. 1 u. 2.

—— 1848. Theorie und Praxis des neuen Bienenfreundes. Im Selbstverlag des Verfassers. 5 Taf. 208 S.

—— 1852. Bienenzeit. Nr. 20, Buchausgabe, S. 404. Nördlingen.

—— 1853. Ein höchst wichtiges und freudiges Ereignis. Bienenzeit., S. 40—41. Eichstädt.

—— 1855. Die italienischen Bienen wandern nach Amerika. Bienenzeit. Nr. 10, S. 113. Eichstädt.

—— 1856. Der Bienenfreund aus Schlesien. Brieg.

—— 1858. Warum legen einzelne junge Königinnen bald nach der Begattung auch Drohneneier? Bienenzeit., 14. Jahrg., Nr. 4, S. 44—45. Eichstädt.

—— 1859. Ergebnisse des Bienenjahres 1859. Bienenzeit., S. 273. Eichstädt.

Dzierzon, Joh. 1879. Verfehlter Angriff eines Franzosen auf die Entstehung der Drohnen durch die Parthenogenesis. Bienenzeit. Nr. 6, S. 61—62. Eichstädt.

—— 1882. Läßt sich das Leben der Bienenkönigin durch Kunst verlängern? Bienenzeit. Nr. 7, S. 77—79. Nördlingen.

—— 1884. Vermag die jüngst beobachtete Verhängung einer Arbeitsbiene mit einer Drohne meine Theorie zu erschüttern? Bienenzeit. Nr. 1, S. 3—4.

—— 1899. Widerlegung der jüngst gegen meine Theorie der Fortpflanzung der Bienen erhobenen Einwände. Die Biene und ihre Zucht. 36. Jahrg., Heft 1, S. 9—11. Eberbach (Baden).

Ehrenfels, J. M. v. 1829. Die Bienenzucht nach Grundsätzen der Theorie u. Praxis. 334 S. Prag.

Emery, C. 1894. Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen. Biol. Centralbl., 14. Bd., S. 53—59.

—— 1896. Le Polymorphisme des Fourmis et la Castration alimentaire. C. R. Seanc. 3. Congr. internat. Zool. Leyden 1895, S. 395—410.

—— 1905. Sur l'origine des fourmilières. C. R. VI. Congr. internat. Zool. Genève, S. 459—462.

Enderlein, Günther. 1902. Ein hervorragender Zwitter von Xylocopa mendozana aus Argentinien. Mit einem Verzeichnis aller bisher beobachteten gynandromorphen Hymenopteren. Stettiner Entomol. Zeitung, S. 124—140. 1 Taf. 4 Textfig.

—— 1906. Neue Honigbienen und Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung der Gattung Apis. Stettiner Entomol. Zeitung, S. 331—344. 4 Textfig. Stettin.

Escherich, K. 1906. Über die Biologie der Ameisen. II. Teil. Zool. Zentralbl. Nr. 13/14, 13. Bd., S. 405—440. Leipzig.

—— 1906a. Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. XX u. 232 S. 68 Textfig. Braunschweig.

—— 1909. Die Termiten oder weißen Ameisen. XII u. 198 S. 51 Textfig. 1 farb. Taf. Leipzig.

—— 1911. Termitenleben auf Ceylon. Neue Studien zur Soziologie der Tiere usw. Mit 68 Textfig. 3 Taf. XXXII, 262 S. Jena.

Espinas, Alfred. 1879. Die tierischen Gesellschaften. Eine vergleichend psychologische Untersuchung. Deutsch v. W. Schlosser. Braunschweig.

Fabre, J. H. 1880. Étude sur les moeurs et la parthénogenèse des Halictes. Ann. des sc. natur., 6. Série, T. 9, Art. 4, S. 1—27.

—— 1882. Nouveaux souvenirs entomologiques. Paris.

—— 1891. Souvenirs entomologiques. 4e Série, S. 191—218.

Féburier. 1810. Traité complet théorique et pratique sur les Abeilles. IV, 460 S., 1 grav. Paris.

Ferton, Charles. 1881. Description de l'Osmia corsica n. sp. et observations sur la faune corse (Hymén.). Bull. Soc. Entom. d. France No. 4, 1881. Auszügl. in Buttel-Reepen (1903).

—— 1901. Notes détachées sur l'instinct des Hymenoptères mellifères et ravisseurs. Ann. de la Soc. Entom. de France. Vol. LXX, S. 83—148. 3 Pl. Paris.

—— 1902. Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs. 2e Sér. Ann. de la Soc. Entom. de France. Vol. LXXI, S. 499—531. 1 Pl. Paris.

—— 1905. Notes sur l'instinct des Hymenoptères mellifères et ravisseurs. 3e Série. Ann. Soc. Entom. de France, S. 56—103. Mit 2 Taf.

Ferton, Charles. 1911. Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs. 7e Sér. Ann. Soc. Entom. de France, S. 351—412.

Fielde, Adele M. and **George H. Parker.** 1904. The Reactions of Ants to material Vibrations. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, S. 642—650.

Fischer, J. G. 1877. Lederer contra Dzierzon. Bienenzeit. Nr. 3/4, S. 38—40.

Forel, A. 1874. Fourmis de la Suisse. Nouveaux mémoires de la société Helvetique. Zürich.

—— 1900—1901. Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes. I.—V. Teil. Rivista di Scienze Biologiche. Como. Buchausgabe bei Reinhardt, München u. Klingsieck, Paris.

—— 1901. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen u. einiger anderer Insekten. München.

—— 1906. Mémoire du temps et association des souvenirs chez les abeilles. Bull. de l'Institut Général Psychologique, S. 257—263.

—— 1910. Das Sinnesleben der Insekten. Übers. v. Maria Semon. 2 Taf. 393 S. München.

Friese, H. 1882. Beitrag zur Biologie der Andrena pratensis = ovina. Entom. Nachr. 8. Jahrg. Berlin.

—— 1891. Beiträge zur Biologie der solitären Blumenwespen (*Apidae*). Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., 5. Bd., S. 751—860. 1 Taf.

—— 1896. Monographie der Bienengattung *Ceratina* Latr. (Paläarktische Formen). Természetrajzi Füzetek, Vol. 19, Parte 1, S. 34—65. Budapest.

Friese, H. 1899. Monographie der Bienengattungen *Exomalopsis*, *Ptilothrix*, *Melitoma* und *Tetrapedia*. Annal. Naturhist. Hofmuseum, 14. Bd., Heft 3—4, S. 247—304, Wien.

—— 1902. Die arktischen Hymenopteren mit Ausschluß der Tenthrediniden. Fauna arctica, 2. Bd. 1 kol. Taf. Jena.

—— 1904. Eine Bienenausbeute von Java. Ill. Zeitschr. f. Entomologie, 9. Jahrg.

—— 1908a. Die *Apidae* (Blumenwespen) von Argentina nach den Reiseergebnissen der Herren A. C. Jensen-Haarup u. P. Jörgensen in den Jahren 1904—1907. Silkeborg (Verlag Flora og Fauna). 116 S.

—— 1908b. Neue Bienenarten aus Ostafrika. Deutsch. Entomol. Z., S. 567—572.

—— 1909. Die Bienen Afrikas nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse. 2 Tafeln, 19 Karten, 1 Textfig. II. Bd., 1. Lief. d. zool. u. anthrop. Ergebn. Forschungsreise Leonh. Schultze, S. 85—475. Jena.

—— 1914. Die Bienenfauna von Java. Tijdschr. v. Entomologie. Deel LVII. 61 S. 2 Taf. 2 Textfig.

Frisch, K. v. 1912. Über Färbung und Farbensinn der Tiere. Sitz. Ges. Morph. Phys. München.

—— 1913. Über den Farbensinn der Bienen und die Blumenfarben. Münch. med. Wochenschr. Nr. 1.

—— 1913a. Zur Frage nach dem Farbensinn der Tiere. Verhdl. Deutsch. Naturf. u. Ärzte. II. 4 S. Wien.

—— 1913b. Weitere Untersuchungen über den Farbensinn der Fische. Zool. Jahrb., Abt. Zool., 34. Bd., 1. Heft, 5. Textabb., S. 43—68.

—— und **H. Kupelwieser.** 1913. Über den Einfluß der Lichtfarbe auf die phototaktischen Reaktionen niederer Krebse. Biol. Centralbl. Bd. 33, Nr. 9, S. 517—552. Mit 3 Taf. u. 9 Textfig.

Fröhlich, Friedrich W. 1913. Vergleichende Untersuchungen über den Licht- und Farbensinn. Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 30, S. 1453—1456. 4 Textfig.

—— 1913a. Licht- und Farbensinn. Umschau Nr. 43, S. 890—893. 3 Fig.

—— 1913b. Beiträge zur allgemeinen Physiologie der Sinnesorgane. Z. f. Sinnesphysiologie, Bd. 48 (cit. i. l.).

Fröhlich, Jakob. Bienenzeitung Nr. 2/3, S. 38.

Gedde, John. 1675. A new method of Beehouses and Colonies, London. Cit. nach H. T. O. Walker.

—— 1721. The English Apiary or, the compleat Bee-Master etc. A collection and improvement of what has been written by All Anthors etc. London.

Gerstäcker, A. 1862. Über die geographische Verbreitung u. die Abänderungen der Honigbiene nebst Bemerkungen über die ausländischen Honigbienen der alten Welt. Festschrift zur XI. Wandervers. Deutscher Bienenwirte zu Potsdam. Völlig vergriffen. Neu abgedruckt in Buttel-Reepen, „Apistica“ (1906).

—— 1864. Zur geographischen Verbreitung der Honigbiene. Nachtrag. Stettiner Entomol. Ztg.

—— 1866. Über die geographische Verbreitung der Honigbiene. Bienenzeitung, S. 60—65. Eichstädt.

Giltay, E. 1904. Über die Bedeutung der Krone bei den Blüten und über das Farbenunterscheidungsvermögen der Insekten. I. Jahrb. wiss. Bot. 40. Bd., 3. Heft, S. 368—402. Mit 3 Textfig. Leipzig.

Giltay, E. 1906. Über die Bedeutung der Krone bei den Blüten und über das Farbenunterscheidungsvermögen der Insekten. II. Jahrb. wiss. Bot., 43. Bd., 3. Heft, S. 468—499. Mit 3 Textfig. Leipzig.
Girard, M. 1896. Manuel d'Apiculture. Paris.
Gleanings in Bee-Culture. 1908. Nr. 24, S. 1498. Medina (Ohio).
—— 1911. Nr. 4, S. 93. Medina (Ohio).
Goeken, F. 1878. Wanderung einer Bienenkönigin. Bienenw. Centralbl., S. 23—25. Hannover.
Gothan, W. 1909. Die Entwicklung der Pflanzenwelt im Laufe der geologischen Epochen. 127 S. 63 Abb. u. 3 Doppeltaf. Osterwieck.
Graber, Vitus. 1877. Die Insekten. München.
—— 1881, 1882. Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. Arch. mikr. Anat. Bd. 20 u. 21.
Grassi e Sandias. 1893. Costituzione e sviluppo della Società dei Termitidi. Osservazioni sui loro costumi. Atti dell'Acad. Gioenia di Sc. nat., Bd. 6 u. 7. Catania.
Gravenhorst, C. J. H. 1877. Die cyprische Biene. Bienenzeitung, S. 73. Eichstädt.
—— 1880. Ein Ausflug nach England. Bienenzeitung, S. 7.
—— 1881. Über den Transport cyprischer Königinnen nach Amerika, England u. Deutschland. Bienenzeitung Nr. 15, S. 175. Nördlingen (auch Bienenw. Centralbl. 1880, S. 116—118).
Grobben, Carl. 1895. Über eine Bienenkönigin, welche unfähig war, Drohneneier abzulegen. Verhdl. zool.-bot. Ges. in Wien. 4 S.
Grüwel, Joh. 1696. Brandenburgische bewehrte Bienen-Kunst. 508 S. 8 Taf. Cölln a. d. Spree.
Günther, W. 1879. Bienenbrut in Drohnenzellen. Bienenzeit., S. 232. Eichstädt.

Haeckel, Ernst. 1899. Die Welträtsel. Bonn.
Handlirsch, Anton. 1888. Die Hummelsammlung des k. k. Naturhist. Hofmuseums. Ann. des k. k. Naturhist. Hofmuseums., 3. Bd., S. 209—250. Mit 1 Taf. Wien.
—— 1906—1908. Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. Ein Handbuch für Paläontologen und Zoologen. 3 Bde. Mit 51 Taf., 14 Fig. und 7 Stammbäumen im Text u. 3 Taf.-Stammb. IX u. 1430 S. Leipzig.
—— 1910. Einige interessante Kapitel der Paläo-Entomologie. Verhdl. zool.-bot. Ges. in Wien, Jahrg. 1910, S. 160—185.
Hannemann. 1855. Einführung der deutschen Biene nach Rio Grande. Bienenzeitung, S. 274. Eichstädt.
Heer, Oswald. 1865. Die Urwelt der Schweiz, S. 386. Zürich.
—— 1867. Fossile Hymenopteren aus Oeningen und Radoboj. 3. Taf., 42 S. Zürich.
Hertwig, Oscar. 1894. Zeit- und Streitfragen der Biologie. Präformation oder Epigenese? Heft 1. Jena.
Hess, C. 1909. Untersuchungen über den Lichtsinn bei wirbellosen Tieren. Arch. f. Augenheilkde. Bd. 64. Ergänzungsheft. Cit. nach v. Frisch.
—— 1912. Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. 45 Textfig., 3 Taf., 299 S. Jena. (Auch im Handb. d. vergl. Physiol., Bd. 4, von Hans Winterstein.)
—— 1913. Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen. Zool. Jahrb., Abt. Phys., 34. Bd., Heft 1, S. 81—106. 5 Textfig.

Hess, C. 1914. Eine neue Methode zur Untersuchung des Lichtsinnes bei Krebsen. Arch. vergl. Ophthalmologie, Bd. IV, Heft 1, Dez., S. 52—67. Mit 6 Textfig. (Behandelt auch Bienen.)

—— 1914a. Untersuchungen über den Lichtsinn mariner Würmer und Krebse. Arch. ges. Physiol. Bd. 155, S. 421—435. Mit 5 Textfig. Bonn.

—— 1914b. Untersuchungen zur Physiologie des Gesichtssinnes der Fische. Z. f. Biol., Bd. 63, 6. u. 7. Heft, S. 245-274. Mit 14 Textfig. München.

Hesse, Rich. 1901. Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VII. Von den Arthropoden-Augen. Z. wiss. Zool., 70. Bd., 3. Heft. 6 Taf. 2 Textfig.

—— 1908. Das Sehen der niederen Tiere. 47 S. m. 29 Textfig. Jena.

Heyden, Carl v. 1862. Gliedertiere aus der Braunkohle des Niederrheins, der Wetterau und der Röhn. Palaeontographica, X. Bd. (1861—1863), 2. Lief., S. 62—86. 1 Taf.

Hicks, J. B. 1857. On a new organ in insects. Journ. Linn. Soc. London, Zool., Bd. 1, S. 136—140, m. 1 Taf., cit. n. McIndoo.

—— 1859. Further remarks on the organs found on the bases of the halteres and wings of insects. Trans. Linn. Soc. London, Zool., Bd. 22, S. 141—145, m. 2 Taf., cit. n. McIndoo.

—— 1860. On certain sensory organs in insects, hitherto undescribed. Trans. Linn. Soc. London, Zool., Bd. 23, S. 139—153, m. 2 Taf., cit. n. McIndoo.

Höfler, M. Caspar. 1614. Die rechte Bienen Kunst / Aus bewehrter erfahrung zusammen geschrieben ... Weyland / zum theil für 46 Jahrn von Nicolao Jacob, Schlesiern publiciert ... Leipzig. In Denning Grossen des Eltern Druckerey und auff seinen Verlag verfertiget. 353 S. m. div. Abb.

Hoffer, Ed. 1882. Die Hummeln Steiermarks. I. Hälfte. 92 S., 1 Taf. u. 2 kol. Taf. Graz.

—— 1883. Die Hummeln Steiermarks. II. Hälfte. 98 S., 3 kol. Taf. Graz.

—— 1885. Neue Hummelnester von den Hochalpen. Kosmos, 1. Bd., S. 291—300.

—— 1887. Beiträge zur Hymenopterenkunde Steiermarks. S. 65—100. Graz.

—— 1889. Die Schmarotzerhummeln Steiermarks. 80 S., 1 Taf. Graz.

Hornbostel, Herm. Christ. 1744. Siehe Melittophilo Theosebasto.

Huber, François. 1792. Nouvelles observations sur les abeilles. 2 pl., 368 S. Genève.

—— 1814. Nouv. obs. s. l. abeilles. 2. Aufl., 1. Bd., 362 S., 2 Taf.; 2. Bd., 479 S., 12 Taf. Paris und Genève.

—— 1867. Siehe Georg Kleine.

Huber, Jakob. 1905. Über die Koloniegründung bei Atta sexdens. Biol. Centralbl, 25. Bd., Nr. 18 u. 19, m. 26 Textfig.

Huber, Pierre. 1802. Observations on several Species of the Genus Apis, Known by the Name of Humblebees, and called Bombinatrices by Linnaeus. Transact. Linn. soc., Vol. 6, S. 214—298, mit 3 Taf. London.

—— 1810. Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes. Genève.

Hunter, John. 1792. Observations on Bees. Philosoph. Transactions, 82. Bd., S. 128—195.

Ihering, H. v. 1896. Zur Biologie der sozialen Wespen Brasiliens. Zool. Anz., 19. Bd., Nr. 516, S. 1—5.

—— 1903. Biologie der stachellosen Honigbienen Brasiliens. Zool. Jahrb., Abt. Syst., 19. Bd., Heft 2 u. 3. Jena.

—— 1911. Phylogenie der Honigbienen. Zool. Anz., Bd. 38, Nr. 5/6, S. 129—136.

—— 1912. Zur Biologie der brasilianischen Meliponiden. Z. wiss. Insektenbiol., Heft 1, S. 1—5; Heft 2, S. 43—46. Berlin.

Ihering, R. v. 1903. Biologische Beobachtungen an brasilianischen *Bombus*-Nestern. Allg. Zeitschr. f. Entomol., Bd. 8, Nr. 22/24, S. 447—453. 5 Abb.

—— 1903a. Zur Frage nach dem Ursprung der Staatenbildung bei den sozialen Hymenopteren. Zool. Anz., Bd. 27, Nr. 4, S. 113—118.

Jacob, Nickel. 1700. Gründlicher und nützlicher Unterricht von Wartung der Bienen. 91 S., 4 Abb. Magdeburg.

Jähne, Ernst. 1844. Der Reifenstock, eine neu erfundene und mehrjährig geprüfte Bienenwohnung. Zittau.

Janet, Charles. 1910. Organes sensitifs de la mandibule de l'Abeille (*Apis mellifera L.* ☿). C. r. Acad. d. Scienc., T. 151, S. 618. 3 Textfig.

—— 1911. Sur l'existence d'un organe chordotonal etc. chez. l'Abeille etc. C. r. Acad. d. Scienc. T. 152, S. 110. 1 Textfig.

Janisch, Jos. Ant. 1789. Praktische Bienenpflege für den Landmann etc. 261 S., 2 Kupf. Prag.

Janscha, Anton. 1775. Hinterlassene vollständige Lehre von der Bienenzucht. Herausgegeben von Joseph Münzberg. 204 S., 7 Kupf. Wien.

Jeker. 1880. Bienenzeitung Nr. 2, S. 28. Eichstädt.

John, Martin. 1691. Ein neu Bienen-Büchel. Druckts Becker. Freyberg, cit. n. Berlepsch.

Johnston, Christopher. 1855. Auditory Apparatus of the Culex Mosquito. J. Micr. Science. Old Series. Vol. 3.

Jonescu, C. N. 1909. Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene. Jenaische Zeit. f. Naturwiss., Bd. 45, N. F., Bd. 38, S. 111—180. 13 Textfig., 5 Taf. Jena.

Jörgensen, P. 1912. Beitrag zur Biologie einiger südamerikanischer Bienen. Z. wiss. Ins.-Biol., Bd. 8, Heft 8/9, S. 270. Berlin.

Kafka, Gustav. 1913. Einführung in die Tierpsychologie auf experimenteller und ethologischer Grundlage. 1. Bd. Die Sinne der Wirbellosen. 593 S., 362 Textfig. Leipzig.

Kalb. 1859. Nachricht aus Thüringen. Bienenzeitung, S. 235.

Karsten, H. 1888. Parthenogenesis und Generationswechsel im Thier- und Pflanzenreich. 53 S., 9 Textfig. Berlin.

Kathariner, L. 1903. Versuche über die Art der Orientierung. bei der Honigbiene. Biolog. Centralbl., Bd. 23, Nr. 19, S. 646—660.

Kayser, Em. 1908. Lehrbuch der geol. Formationskunde, 3. Aufl. Stuttgart.

Kellen, Tony. 1890. Bilder und Skizzen aus dem Leben der Bienen. 228 S., 75 Textfig. Nördlingen.

Keller, C. 1905. Naturgeschichte der Haustiere. 304 S., 51 Textfig. Berlin.

Kellogg, Vernon L. 1903. Some Insect Reflexes. Science, N. S., Vol. 18, No. 465, S. 693—696.

Keys, John. 1780. The practical Bee-Master in which will he shewn, how to manago Bees etc. XII, 390 S., 1 Kupfer. London.

—— 1796. The Antient Bee-Master's farewell etc., also brief remarks on Schirach and other distinguished Apiators on the Continent etc. XVI, 273 S., 2 Kupfer. London.

—— 1797. Vermächtnis eines alten Bienenmeisters. Leipzig, cit. nach Walker.

Kiesenwetter. 1860. Über die Bienen des Hymettos. Berl. Entom. Nachr., S. 315—317. Berlin.

Kirchner, O. v. 1911. Blumen und Insekten. 436 S., 2 Taf., 159 Textfig. Leipzig.

Kleine, Georg. 1858. Das Ventilieren der Bienen. Bienenzeitung, Nr. 1, S. 5—8. Nördlingen.

—— 1859. Die italienische Biene. Bienenzeitung, S. 195 ff. Eichstädt.

—— 1859. Franz Hubers neue Beobachtungen an den Bienen. Deutsch mit Anmerkungen. 2 Bde., 16 Stahlstiche. I. Bd. 307 S.; II. Bd. 280 S. Einbeck.

—— 1867. Franz Hubers neue Beobachtungen an den Bienen. Deutsch mit Anmerkungen. II. Aufl., 2 Bde., 16 Stahlstiche. Einbeck.

Klipstein, E. v. 1867. Begattung der Bienenkönigin im Flug und hoch in der Luft oder auf der Erde im Sitz? Bienenzeitung Nr. 17/18, S. 201—203. Eichstädt.

Kobelt, W. 1898. Studien zur Zoogeographie. II. Bd. Wiesbaden.

König, J. 1904. Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. IV. Aufl., II. Bd.

Kolbe, H. J. 1893. Einführung in die Kenntnis der Insekten. Berlin.

Kraepelin, Karl. 1883. Über die Geruchsorgane der Gliedertiere. Eine historisch-kritische Studie. Schulprogramm Nr. 657 der Realschule des Johanneums zu Hamburg. 48 S., 3 Taf.

Krausse, A. H. 1907. Die antennalen Sinnesorgane der Ameisen in ihrer Zahl und Verteilung bei den Geschlechtern und Individuen einiger Arten. 39 S., 8 Textfig. Jena.

Kremer, Anton. 1883. Neue Entdeckung in betreff der Bienentheorie. Bienenzeitung Nr. 19, S. 229—230.

Kristof, Lorenz. 1879. Über einheimische, gesellig lebende Wespen und ihren Nestbau. Mitt. naturw. Ver. f. Steiermark, Jahrg. 1878. Graz 1879.

Krünitz. 1783. Ökonomische Encyklopädie. 4. Teil, S. 417—816, 20 Kupfertaf.

Küchenmeister. 1862. Über die rostfarbene Bienenrasse vom Hymettus. Bienenzeitung, S. 235. Eichstädt.

Kulagin, N. 1899. Die Wirkung der Temperatur auf die Eier, Larven und Puppen der Bienen. Ill. Z. f. Entomol., 4. Bd., Nr. 13, 3 S. Neudamm.

—— 1903. Aus dem Leben der Bienen. Allg. Zeitung f. Entomol. S. 395—397. Neudamm.

Lamarck, J. B. 1809. Philosophie zoologique. Deutsch von Lang 1876.

Landois, H. 1867. Die Ton- und Stimmapparate der Insekten. 82 S., 2 Taf.; auch in Z. wiss. Zool., 17. Bd. Leipzig.

Langer, Jos. 1909. Beurteilung des Bienenhonigs und seiner Verfälschungen mittels biologischer Eiweißdifferenzierung. Arch. f. Hygiene, 71. Bd.

Langstroth, A. 1853. A Practical Treatise on the Hive and Honey Bee. New York. Spätere Auflagen erschienen in Philadelphia.

Latreille, M. 1821. Eclaircissemens relatifs à l'opinion de M. Huber fils sur l'origine et l'issue exterieure de la Cire. Extr. des Mém. Mus. d'Hist. nat., 8. Bd., S. 133—148. Paris.

Lenhossék, v. 1903. Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen. Jena.

Lepeletier de Saint-Fargeau. 1836. Histoire naturelle des Insectes. Hyménoptères. T. 1. Paris.

—— 1841. Histoire naturelle des Insectes. Hyménoptères. T. 2. Paris.

Leuckart, Rud. 1858. Zur Kenntnis des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei den Insekten. 112 S., 1 Tafel. Frankfurt a. M.

—— 1868. Eigentümlichkeiten des Bienenlebens. Bienenzeitung, Nr. 21/22, S. 249—252. Eichstädt.

—— 1885. Die Anatomie der Biene. Erläut. Text zur Wandtafel. 26 S. Cassel u. Berlin.

Leydig. 1867. Verhandl. Kais. Leop. Carol. Akad. Naturf. 33. Bd., S. 74.

Linné. 1761. Fauna Suecica. Ed. II. Holmiae.

Lovell, J. H. 1910. The Color Sense of the Honey Bee; Can Bees distinguish Colors. Amer. Nat., Vol. XLIV, S. 673—692.

—— 1913. The Color Sense of Bees. Gleenings in Bee Culture, Vol. XLI, No. 19, S. 687—690.

Lubbock, John. 1883. Ameisen, Bienen und Wespen. Internat. Wissensch. Bibliothek. LVII. Bd. Leipzig.

—— 1891. On the senses, instincts and intelligence of animals with speciel reference to insects. 3. Aufl. Illstr. London.

Ludwig, August. 1907. Unsere Bienen. VIII u. 831 S. Berlin.

Macdonald, D. M. 1911. Bee-Keeping in New Zealand. British Bee Journal No. 1502, S. 135—136. London.

Maeterlinck, Maurice. 1901. Das Leben der Bienen. 1903. II. Aufl. Leipzig.

Mann, v. 1892. Die Art und Weise der Befruchtung der Königin. Bienenzeitung Nr. 15, S. 171. Nördlingen.

Maraldi, M. 1712. Observations sur les Abeilles. Mém. d. l'Acad. royale des Sciences, S. 299—335. Montpellier.

Marchal, Paul. 1896. Observations sur les Polistes. Bull. Soc. zool. France, 21. Bd.

—— 1896a. La reproduction et l'évolution des Guèpes sociales. Arch. Zool. expér. (3), Bd. 4.

Mast, S. O. 1911. Light and the behavior of organisms. 410 S., 34 Fig. New York.

McIndoo, N. E. 1914. The Olfactory Sense of the Honey Bee. Journ. Exper. Zool., Vol. 16, No. 3, April, S. 265—346, 24 Fig. Washington.

—— 1914a. The Olfactory Sense of Hymenoptera. Proc. Acad. Nat. Sciences of Philadelphia. S. 294—341 mit 3 Textfig. u. 2 Taf.

Menge. 1856. Programm der Petrischule, S. 26—27. Danzig.

Menzel, Aug. 1865. Über die Apis Adamitica Hr. Bienenzeitung, Nr. 11, S. 129—132. Eichstädt.

Metzer, Chr. 1910. Die Verbindung zwischen Vorder- und Mitteldarm bei der Biene in: Zander, Studien über die Honigbiene III. Zeitschr. wiss. Zool., 96. Bd.

Monticelli. 1807. Dell Trattamento delle Api in Favignana. Napoli. Vgl. auch Bienenzeitung 1850, Nr. 12, S. 192.

Morgan, C. Lloyd. 1909. Instinkt und Gewohnheit. Übers. von M. Semon. 396 S. Leipzig.

Müllenhoff, K. 1883. Über die Entstehung der Bienenzellen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., 32. Bd.

Müller, Fritz. 1874. Recent Researches on Termites and Honey-Bees. Brief an Darwin. Nature, Bd. 9. Febr. 19.

Müller, Herm. 1872. Anwendung der Darwinschen Lehre auf Bienen. Verhandl. naturh. Ver. preuß. Rheinl., 29. Jahrg., 9. Bd., 96 S., 2 Taf. Bonn.

—— 1873. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten usw. Leipzig.

—— 1882. Versuche über Farbenliebhaberei der Honigbiene. Kosmos, 6. Jahrg.

—— 1885. Die Farbenliebhaberei der Honigbiene. Bienenzeitung, Nr. 14—18 und Nr. 14—15 des nächsten Jahrganges. Nördlingen.

Müller, J. 1826. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes der Menschen und der Tiere. Leipzig.

Müller, Max. 1907. Zur Biologie unserer Apiden, insbesondere der märkischen Osmien. Zeitschr. wiss. Insektenbiologie, Bd. III, Heft 8 u. 9, S. 247—251, 280—285. Berlin.

Munn, W. A. 1844. A description of the newly invented Bar-and-Frame-Hive or Miniature Apiary. 1 Pl. London.

Nachtsheim, Hans. 1912. Parthenogenese, Eireifung und Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene. Vorl. Mitt. Sitzber. Ges. Morph. u. Physiol. 8 S., 5 Textfiguren. München.

—— 1913. Cytologische Studien über die Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene (*Apis mellifica L.*). Arch. f. Zellforsch., 11. Bd., 2. Heft, S. 169—241. 4 Taf., 6 Textfig., 1 Tab.

Nagel, Wilibald. 1892. Die niederen Sinne der Insekten. 68 S., 19 Abbild. Tübingen.

Nielsen, J. C. 1902. Biologiske Studier over danske enlige Bier og deres Snyltere. Vidensk. Medd. fra d. naturh. Foren i Kbhvn. Mit engl. Résumé. S. 75—106. Kopenhagen.

Noll. 1867. Notiz über Apis fasciata. Bienenzeitung, S. 128. Eichstädt.

Nutt, Thomas. 1832. Humanity to Honey-Bees or Practical directions etc. Wisbech (London).

Paulcke, Wilh. 1899. Zur Frage der parthenogenetischen Entstehung der Drohnen (*Apis mellif.* ♂). Anat. Anz., 13. Bd., Nr. 17 u. 18.

Pazas, H. 1893. Ein Ausflug zu den Wanderbienen in Deutsch-Wagram. „Bienen-Vater“, 25. Jahrgang, Nr. 9, S. 142—143. Wien.

Peckham, George W. and Elizabeth G. Peckham. 1887. Some observations on the special senses of Wasps. History Soc. of Wisconsin, S. 91—132. Betrifft nur soziale Wespen.

—— 1898. On the Instincts and Habits of the Solitary Wasps. Madison, Wis. Published by the State. Wisc. Geolog. a. Nat. Hist. Survey Bull., No. 2. Scient. Series No. 1, 245 S., 14 Plates. (Siehe auch Schoenichen).

—— 1905. Wasps. Social and Solitary. 53 Abb., 311 S. Westminster.

Pérez, J. 1878. Memoire sur la ponte de l'abeille reine. Ann. Sc. Nat., 6 Sér., Tom. 7, Art. 18, S. 1—22.

—— 1879. Bull. Soc. d'apiculture de la Gironde, S. 98.

—— 1889. Les Abeilles. Paris.

—— 1894. Notes Zoologiques. Act. Soc. Linnéenne de Bordeaux. Bd. 47.

Pérez, J. 1895. Sur la prétendue Parthénogenèse des Halictes. Bordeaux.

— 1895a. Sur la production des femelles et des mâles chez les Méliponites. C. r. hebdomad. d. l'Acad. des sciences, Bd. 120, S. 273—275 (4 février). Paris.

— 1903. De l'attraction exercée par les couleurs et les odeurs sur les insectes. 2e Mémoire. Mém. Soc. Scienc. phys. nat. de Bordeaux, T III (6e Série).

Petersen, Hans. 1912. Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. V. Die Verdauung der Honigbiene. Arch. ges. Physiol., 145. Bd., S. 121—151, 2 Taf., 1 Textfig.

Petrunkewitsch, Alex. 1901. Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. Zool. Jahrb., Abt. Anat., 14. Bd., 4. Heft, 36 S., 4 Taf., 1 Textfig.

Phillips, E. F. 1905. The Government Distributions of Queens in Gleanings in Bee Culture, Medina (Ohio), 33. Bd., Nr. 23.

— u. **George S. Demuth.** 1914. The Temperature of the Honeybee Cluster in Winter. Bull. U. S. Dep. of Agriculture Nr. 93. 16 S., 2 Textfig.

Piéron, H. 1904. Du rôle sense musculaire dans l'orientation des fourmis. Bull. Inst. Gen. Phys. T. 4, S. 168—187. Paris. Cit. nach Turner.

Pietschker, H. 1910. Das Gehirn der Ameise. Jen. Z. f. Naturw., 46. Bd., S. 43—114, 3 Taf., 16 Textfig.

Planta-Reichenau, A. v. 1884. Beiträge zur Kenntnis der biologischen Verhältnisse bei der Honigbiene; die Brutdeckel der Bienen. Nobbes „Landwirtschaftl. Versuchsstationen". Berlin.

— 1888. Zeitschr. f. phys. Chem., 12. Bd., Heft 4, S. 327—354 u. 13. Bd., Heft 6, S. 552—561.

Planta-Reichenau, A. v. 1888a. Über den Futtersaft der Bienen. Bienenz., Nr. 15, S. 169 ff. Nördlingen.

— 1892. Über Honigbildung. Bienenvater, Nr. 1, S. 8—11. Wien.

Plate, L. 1912. Deszendenztheorie. Handwörterbuch d. Naturw., 2 Bd., S. 897—951. Jena.

Plateau, Félix. 1906. Les Fleurs Artificielles et les insectes. Mém. sc. Acad. royale de Belgique, Bd. 1. Auch separat. 103 S. Brüssel.

Pokorsky-Juravko. 1841. Kurze Übersicht über die Bienenzucht in Rußland. 14 S., 1 Taf. Leipzig. Eine französische Übersetzung erschien im gleichen Jahre in Paris.

Preuss. 1871. Ein Besuch bei Dzierzon. Bienenzeitung Nr. 1, S. 7. Eichstädt.

Radouan, Jacques. 1821. Petit Manuel des Propriétaires d'Abeilles etc. XII, 142 S., 1 pl. Paris und Chalons-sur-Marne. Die 1828 erschienene Auflage enthält XVI, 344 S., 2 Kupfer.

— et **Auguste Radouan.** 1840. Nouveau Manuel complet pour gouverner les Abeilles etc. 2 Bde., 4. Aufl., XX, 240 S., 4 pl. und XI, 432 S., 4 pl. Librairie encyclopédique de Roret.

Rath, O. vom. 1894. Über abnorme Zustände im Bienenvolk. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 8. Bd. Festschrift für Aug. Weismann, S. 142—151.

Reaumur, R. A. F. 1740. Mêmoires pour servir à l'histoire naturelle des insectes. 6 Bde., S. 1734—1742. Paris.

Redikorzew, Wlad. 1900. Untersuchungen über den Bau der Ocellen der Insekten (Dissert.). Z. wiss. Zool., 68. Bd., 4. Heft, 2 Taf.

Reuter, O. M. 1913. Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten. 448 S., 84 Textfig. Berlin.

Reichenbach, H. 1902. Über Parthenogenese bei Ameisen und andere Beobachtungen an Ameisenkolonien in künstlichen Nestern. Biol. Centralbl., 22. Bd., Nr. 14 u. 15.

Riem, Joh. 1770. Fundamentalgesetze zu einer perennirenden Kolonie-Bienenpflege usw. II. Aufl. 1775. 424 S. mit 3 Kupf. Mannheim.

Romanes, George J. 1885. Homing Faculty of Hymenoptera. Nature, Vol. 32, S. 630 (29. Okt.). Bei Lubbock (1891) und Forel (1900—1901) irrtümlich 1886.

—— 1885a. Die geistige Entwicklung im Tierreich. 456 S. Leipzig.

Root, E. A. 1911. In Memoriam of D. A. Jones. Gleanings in Bee Culture, Vol. 39, No. 4, S. 93—94.

Rothschütz, E. 1872. Miscellanea über Apis indica, Melipona minuta und die Krainer Biene. Bienenzeitung, S. 40. Eichstädt.

Rouget, Aug. 1872/73. Coléoptères parasites des Vespides. Mém. de l'Acad. de Dijon.

Rudow. 1901. Die Wohnungen der Hautflügler Europas. Berl. entom. Zeitschr., S. 383—429.

—— 1903. Verzeichnis der Nester bauenden Hautflügler. Entom. Jahrbuch für 1903, S. 182—209. Leipzig.

Ruland. 1888. Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane bei Insekten. Z. wiss. Zool., Bd. 46.

Rusden, Moses. 1679. A further Discovery of Bees treating of the Nature, Government, Generation, and Preservation of the Bee etc. 143 S., 4 Kupfer. London.

Sanson, André. 1878. Note sur la Parthénogenèse chez les Abeilles. Ann. Scienc. Natur., 6. Sér., Tom. 7, Art. 19, 14 S.

Santschi, F. 1911. Observations et remarques critiques sur le mécanisme de l'orientation chez les fourmis. Revue Suisse d. Zool. 19. Aug.

Sartori-Rauschenfels. 1878. L'Apicoltura in Italia. Mailand.

Scharff, R. F. 1909. Über die Beweisgründe für eine frühere Landbrücke zwischen Nordeuropa und Nordamerika. Proc. Roy. Irish. Acad., Bd. 1, S. 1—28.

Schenk, Otto. 1902. Die antennalen Hautsinnesorgane einiger Lepidopteren und Hymenopteren mit besonderer Berücksichtigung der sexuellen Unterschiede. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., 17. Bd., 3. Heft, 2 Taf., 4 Textfig. Jena.

Schiemenz, Paul. 1883. Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene. Zeit. wiss. Zool., 38. Bd.

Schirach, Adam Gottlob. 1766. Abhandlungen und Erfahrungen der Ökonomischen Bienengesellschaft in Oberlausitz. Dresden.

—— 1767. Melittotheologia. Die Verherrlichung d. glorwürdigen Schöpfers aus d. wundervollen Biene. XXX, 231 S., 4 Kupf. Dresden.

Schmid, Andr. und **Georg Kleine.** 1865. Leitfaden f. d. Unterricht in Theorie und Praxis einer rationellen Bienenzucht. 136 S., 151 Abb. Nördlingen.

Schoen, A. 1911. Bau und Entwicklung der tibialen Chordotonalorgane bei der Honigbiene und bei Ameisen. Zool. Jahrb. (Anat.), Bd. 31, S. 439—472, 9 Textabb., 3 Taf.

Schönfeld, P. 1884. Sind Arbeitsbienen begattungsfähig. Bienenzeitung Nr. 1, S. 4—6.

Schönfeld, P. 1884a. Ein zweites Pärchen. Bienenztg. Nr. 14, S. 161—162.

—— 1897. Die Ernährung der Honigbiene. 61 S. mit 11 Fig. Freiburg i. B.

Schoenichen, Walther. 1904. G. u. E. Peckham, Instinkt und Gewohnheiten der solitären Wespen. Für Imker und Naturfreunde aus dem Englischen übersetzt von W. Schoenichen. VIII und 194 S., 42 Textabb. Berlin.

Schröder, A. 1881. Aus einem Briefe von Frank Benton. Bienenzeitung, S. 134. Nördlingen.

—— 1883. Apis mellifica auf Java und Ceylon. Bienenzeitung, S. 86—87. Nördlingen.

Schrottky, C. 1902. Ensaio sobre as abelhas solitarias do Brazil. Revista do Museo Paulista. 5. Bd., S. 329—613 mit 3 Taf.

—— 1912. Beschreibung von Megalopta (Megaloptella) ipomoeae n. sp. Z. wiss. Ins. Biol., Bd. 8, Heft 8/9. Berlin.

Schulz, W. A. 1901. Über das Nest von Bombus cayennensis. Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien.

—— 1902. Zur Kenntnis der Nistweise von Euglossa cordata L. Allgem. Zeitschr. f. Entom., Bd. 7, Nr. 7/8, S. 153—154. Neudamm.

—— 1906. Spolia Hymenopterologica. Paderborn.

—— 1907. Die indoaustralische Trigona laeviceps F. Sm. und ihr Nest. Z. wiss. Insektenbiol., Heft 3, S. 65—73, mit 4 Textfig.

—— 1909. Ein javanisches Nest von Trigona canifrons F. Sm. in einem Bambusstabe. Z. wiss. Insektenbiol., Heft 11, S. 338—341, mit 5 Textfig.

Scudder, S. H. 1886. Systematic Review of our present knowledge of fossil Insects including Myriapods and Arachnids in: Bull. U. S. Geol. Survey No. 31, 128 S., 1886.

Seidlitz, Georg. 1872. Die Parthenogenesis und ihr Verhältnis zu den übrigen Zeugungsarten im Tierreich. 30 S. Leipzig.

Semlitsch, Ant. 1841. Vitzthums Monatsblatt für die gesamte Bienenzucht, Nr. 10, S. 213—216, mit Abb. Landshut.

Semon, Richard. 1904. Die Mneme. 353 S. Leipzig.

Serres, Marcel de. 1813. Mémoire sur les yeux composés et les yeux lisses des insectes. Montpellier. Übers. v. Dr. J. F. Dieffenbach, Berlin 1826.

Siebold, v. 1843. Über das Receptaculum seminis der Hymenopterenweibchen. Germar's Zeitschr. für die Entomologie, Bd. 4.

—— 1856. Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. 144 S. mit 1 Taf. Leipzig.

—— 1864. Ueber Zwitterbienen. Z. wiss. Zool., 14. Bd., S. 73—80.

—— 1865. Ein Wort über die ägyptischen wahren Drohnenmütter. Bienenzeitung, Nr. 1, S. 8—9. Nördlingen.

—— 1871. Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig.

Silenius, C. 1851. Eine Abhandlung über den teilbaren Bienenstock usw. Freiburg. (Apotheker Schmidt in Freiburg i. Br.).

Silvestri, Filippo. 1902. Contribuzione alla Conoscenza dei Meliponidi del Bacino del Rio de la Plata. Riv. Patol. Veget. Anno X. Portici. Mit 3 Taf.

—— 1902a. Ergebnisse biologischer Studien an südamerikanischen Termiten. Allg. Zeitschr. f. Entomol., 7. Bd., Nr. 9. Neudamm. (Deutsch von P. Speiser.)

—— 1903. Contribuzione alla Conoscenza dei Termitidi e Termitofili dell' America Meridionale. Redia, Giornale di Entomol., Vol. 1, 234 S., 56 Textfig., 6 Taf. Portici.

Sladen, F. W. L. 1901. A scent organ in the bee. British Bee Journal. S. 142—143, 151—153, mit 2 Textfig.

—— 1902. A scent producing organ in the abdomen of the worker of Apis mellifica. Entomol. monthly Magazin, Bd. 38.

—— 1911. How Pollen is collected by the sozial bees, and the part played in the process by the auricle (4 Fig.). British Bee Journal No 1538 v. 14. Decbr, vol. 39, S. 491—493. London.

—— 1912 a. How pollen is collected by the honey bee. Nature, vol. 88, S. 586—587, Febr. 29; cit. nach Casteel.

—— 1912 b. How the corbicula is loaded. British Bee Journal No. 1554 v. 4. April, vol. 40, S. 138. London.

—— 1912 c. Further notes on how the corbicula is loaded with pollen (2 Fig.). Brit. Bee Journal, No. 1555 v. 11. April, vol. 40, S. 144—145. London.

—— 1912 d. How Pollen is collected. The part played in the process by the auricle (2 Fig.). Gleanings in Bee Culture, No. 6 v. 15. März, vol. 40, S. 172—174. Medina (Ohio).

—— 1912 e. Pollen collecting. How is the pollen moistened and placed on the hind metatarsal brushes? Brit. Bee Journal, No. 1557 v. 25. April, vol. 40, S. 164—166. London.

—— 1912 f. How propolis is collected. Some further notes on pollen-collecting. Gleanings in Bee Culture, No. 11 v. 1. Juni, vol. 40, S. 335—336. Medina (Ohio).

—— 1912 g. The Humble-Bee. Its life-history and how to domesticate it, with descriptions of all the british species of Bombus and Psithyrus (34 Textfig, 1 Taf. u. 5 kolor. Tafeln). 283 S. London.

Smith, Fred. 1852. Trans. Ent. Soc., 2. Ser., II, S. 47. London.

—— 1864. On the Construction of Hexagonal Cells by Bees and Wasps. Trans. Ent. Soc., 2. Bd., 3. Ser., II. Part., S. 131—142, 1 Taf. London.

—— 1865. On the Species and Varieties of the Honey-Bees belonging to the genus Apis. Ann. Mag. Nat. Hist. London.

Snodgrass, R. E. 1910. The Anatomy of the Honey Bee. 162 S., 135 Fig., Technical Series No. 18, U. S. Department of Agriculture. Washington.

Söter. 1892. Die Bienenkenntnisse der ungarischen Imker. Bienenzeitung Nr. 23, S. 265—268.

Speiser, P. 1904. Lesefrüchte aus der Biologie der Hymenopteren. Insektenbörse, 21. Jahrg., S. 219—220, 228—229. Leipzig.

Spencer, Herbert. 1893/94. Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl". Biol. Centralbl., Bd. 13 und 14.

Sprengel, Chr. Konr. 1793. Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. 230 S., 25 Taf. Berlin. Als Neudruck herausgegeben von Paul Knuth. Verlag Wilh. Engelmann. Leipzig in Ostwalds Klass. d. exakt. Wiss., Nr. 48—51.

Stadler, Hans. 1911. Die Biologie der Biene. 84 S., 33 Textfig. Würzburg.

Stáhala, Joh. 1880. Ein Bericht über die Bienenzucht in Nordamerika. Bienenzeitung, S. 202.

Steiner, Max. 1908. Die Lehre Darwins in ihren letzten Folgen. 244 S. Berlin.

Swammerdamm, Johann. 1752. Bibel der Natur. Übersetzt von Boerhave. Leipzig.

Szymanski, J. S. 1913. Zur Analyse der sozialen Instinkte. Biol. Centralblatt, Bd. 33, Nr. 11, S. 649—658.

Szymanski, J. S. 1913 a. Versuche über den Richtungssinn beim Menschen. Arch. ges. Physiol., Bd. 151, S. 158—176.

Taschenberg, O. 1892. Historische Entwicklung der Lehre von der Parthenogenesis. Abhandl. Naturf. Ges. zu Halle, 17. Bd. Auch separat, 86 S. Halle.

Theosebasto, Melittophilo. 1744. Neue Entdeckung, wie das Wachs von den Bienen kömmt. Hamburg. vermischte Bibliothek, 2. Bd., S. 45. (Nach Treviranus.)

Thorley, John. 1744. *ΜΕΛΙΣΣΗΛΟΓΙΑ* or the Female Monarchy being an Enquiry into the nature, order and Government of Bees etc. XLIII, 206 S., 5 Kupfer 4. Aufl., 1774.

Tichomiroff, A. 1888. Parthenogenese bei Bombyx mori (Seidenwurm). Zool. Anz., 11. Jahrg.

Treviranus, G. R. 1829. Über die Bereitung des Wachses durch die Biene. Zeitschr. f. Physiol., 3. Bd. Darmstadt.

Turner, C. H. 1907. The homing of ants. Journ. Comp. News. and Psych, Bd. 27, S. 367—435, 3 Taf.

—— 1908. The sun-dance of Melissodes. Psyche, S. 122—124.

—— 1908 a. The Homing of the Mud-Dauber. Biol. Bull., vol. XV, No. 5, S. 215—225.

—— 1908 b. The Homing of the Burrowing-Bees (Anthophoridae). Biol. Bull., vol. XV, No. 6.

—— 1911. Notes on the Behavior of a parasitic Bee of the family Stelidae. Journ. Anim. Behav., vol. 1, No. 5, S. 374—392.

—— 1911 a. Experiments on Pattern-Vision of the Honey Bee. Biol. Bull., vol. XXI, No. 5, S. 249—264.

—— 1912. Literature for 1911 on the behavior of spiders and insects other than ants. Journ. of Anim. Behav., vol. 2, No. 6, S. 380—399.

Verhoeff, C. 1892. Beiträge zur Biologie der Hymenoptera. Zool. Jahrb., Abt. Syst., 6. Bd.

—— 1897. Zur Lebensgeschichte der Gattung Halictus usw. Zool. Anz., Nr. 542.

Vitzthum, Anton. 1840. Monatsblatt für die gesamte Bienenzucht. Nr. 8, S. 181—184.

Vogel, F. W. 1865. Die ägyptische Biene (*Apis fasciata*), ihre Einführung durch den Akklimatisationsverein zu Berlin. 58 S. Berlin.

—— 1865 a. Die ägyptische Biene III. Bienenzeitung Nr. 1, S. 5—8. Nördlingen.

—— 1880. Die Honigbiene. 409 S., 135 Textfig. Mannheim.

—— 1889. Ein Beitrag zur Geschichte des Rähmchens. Bienenzeitung Nr. 2, S. 20—23. Nördlingen.

Vogt, Heinr. 1911. Geometrie und Ökonomie der Bienenzelle. 68 S., 8 Tab., 5 Taf. Breslau.

Volkelt, Hans. 1914. Über die Vorstellungen der Tiere. Arbeiten z. Entwicklungspsychologie, herausgeg. von Felix Krueger, 1. Bd., Heft 2, 126 S. Leipzig.

Vosseler, J. 1907. Die ostafrikanische Honigbiene. Ber. über Land- u. Forstwirtsch. in Deutsch-Ostafrika Herausgeg. v. Kaiserl. Gouvernement v. Deutsch-Ostafrika (Biol.-Landwirtsch. Inst. in Amani), 3. Bd., Heft 2, S. 15—29.

—— 1907 a. Wachs als Nebenprodukt der Kautschukplantagen. Der Pflanzer, Heft 5/6, S. 84—90. Tanga (D.-O.-A.).

Wagner, W. v. 1904. Über die Genesis und die Entwickelung im Tierreich. Compt. rend. d. Séances d. 6. Congr. Internat. d. Zool.

Berne, S. 674—689. Identisch mit „Wladimir“ oder „Woldemar Wagner“.

Wagner, Wladimir. 1907. Psychobiologische Untersuchungen an Hummeln. Zoologica, Heft 46, 239 S. mit 1 Taf. u. 136 Textfig. Stuttgart.

Walker, H. T. O. 1902. Can Bees Hear? British Bee Journ., 6. März. London.

Walter. 1854. Über Ansammeln von Drohnen in der Luft bei Befruchtungsausflügen junger Königinnen. Nr. 15, S. 178.

Warder, Joseph. 1713. The true Amazons or the Monarchy of Bees being a new Discovery etc. 2. edit., XII, 160 S.

Wasmann, Erich. 1899. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Zoologica, Heft 26, 132 S., 3 Taf.

—— 1903. Zum Mimicrytypus der Dorilinengäste. Zool. Anz., 26. Bd., Nr. 704, S. 586.

—— 1906. Zur Lebensweise von Atemeles pratensoides Wasm. Z. wiss. Ins. Biol., 2. Bd., S. 5. Husum.

—— 1909. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Mit einem Ausblick auf die vergleichende Tierpsychologie. 2. Aufl., 190 S., 5 Taf. Stuttgart.

Waterhouse, G. R. 1864. On the Formation of the Cells of Bees and Wasps. Trans. Ent. Soc. London, 2. Bd., 3. Ser., II. Part., S. 115—129.

Weir, J. 1898. The ears of worms, crustaceans and ants. Scientif. American, 78; cit. nach Kafka.

Weismann, Aug. 1893. Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer. Jena.

—— 1894. Äußere Einflüsse als Entwicklungsreize. 80 S. Jena.

Weismann, Aug. 1895. Wie sehen die Insekten? Deutsche Rundsch.

—— 1902. Vorträge über Descendenztheorie. II. Aufl. 1904; III. Aufl. 1913. Jena.

Weld, C. D. 1899. The sense of hearing in ants. Science, N. S. 10, S. 766—768.

Werner, Joh. Ernst. 1795. Handbuch zur einfachsten Behandlung der Bienen nach den neuesten Grundsätzen und Erfahrungen usw. 136 S. Leipzig und Gera.

Wheeler, Wm. Mort. 1900. A study of some texan Ponerinae. Biol. Bulletin, vol. 2, No. 1, 10 Textfig. Boston.

—— 1903. Ethological observations on an American Ant. Journ. f. Psych. u. Neurol., Heft 1 u. 2, S. 19.

—— 1904. A new type of social Parasitism among Ants. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., vol. 20, Art. 30, S. 347—375. New York.

—— 1907. The Fungus-Growing Ants of America. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., vol. 23, S. 669—807, New York.

—— 1908. Comparative Ethology of the European and North American Ants. Journ. Psych. u. Neurol., S. 404—435, 2 Taf., 6 Textfig. Leipzig.

—— 1910. The Effects of parasitic and other kinds of Castration in Insects. Journ. Exp. Zool., 8. Bd., Nr. 4, S. 377—438.

—— 1913. A solitary wasp that provisions its nest with queen ants. Journ. Animal Behavior, vol. 3, Nr. 5, S. 374—387.

Wildman, Thomas. 1768. A Treatise on the Management of Bees etc., XIX, 169 S., 3 Kupfer. London.

—— 1769. Abhandlung von der Wartung der Bienen usw. 24 S., 3 Kupfer. Kopenhagen.

Woodbury, T. W. 1863. Die italienische Biene nach Australien verpflanzt. Bienenzeitung, S. 151. Nördlingen.

Wundt, Wilhelm. 1906. Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele. IV. Aufl., 547 S., 53 Textfig.

Wurster, S. F. 1786. Vollständige Anleitung zu einer nützlichen und dauerhaften Magazin-Bienenzucht. Tübingen. Die III. Aufl. erschien 1804 mit 605 S., 6 Kupfer.

—— 1807. Journal für Beobachtung und Erfahrung in der Bienenzucht. II. Bd., II. Heft, S. 16. Tübingen.

Zander, Enoch. 1909. Ein Beitrag zur Frage der Honigbildung. Münchener Bienenzeitung, 11. Heft.

—— 1911. Der Bau der Biene. VI u. 182 S., mit 20 Taf. u. 149 Abb. im Text. Stuttgart.

—— 1913. Das Leben der Biene. 151 S., 120 Textfig., 10 Tabellen. Stuttgart.

—— 1913 a. Das Geruchsvermögen der Bienen. Biol. Centralblatt, Bd. 33, No. 12, S. 711—716.

Zander, Enoch. 1914. Das Geschlecht der Bienenlarve. Zool. Anz., 44. Bd., Nr. 6 v. 19. Mai, S. 282—284, mit 2 Fig.

Zavřel, Jan. 1902. Untersuchungen über die Entwicklung der Stirnaugen (Stemmata) von Vespa. 3 Taf., 5 Textfig. Sitz. kgl. böhm. Ges. Wiss. Prag.

Ziegler, H. E. 1897. Die Geschwindigkeit der Brieftauben. Zool. Jahrb., Abt. Syst., 10. Bd., S. 238—257. Auch separat.

—— 1910. Der Begriff des Instinktes einst und jetzt. Eine Studie über d. Gesch. u. d. Grundl. d. Tierpsychol. Mit einem Anhang: Die Gehirne d. Bienen u. Ameisen. II. Aufl., 112 S., 2 Taf., 16 Textfig. Jena.

—— 1912. Die Gehirne der Insekten. Naturw. Woch., Nr. 28, S. 433—442, 18 Fig.

—— 1913. Tierstaaten und Tiergesellschaften. Handwörterbuch d. Naturwiss., 9. Bd., S. 1204—1220. Jena.

Autorenregister.

Alphabetisches Sachregister.

abe der Versteinerungen.

. 8, 14, 16 (vgl. S. 252).

cklung der Tierwelt	Entwicklung der Pflanzenwelt
	Jetztzeit.
ns. inoceros tichorhinus usw. genius.	Salix polaris, Betula nana, Ericaceen.
lbergensis? pus erectus? (beide viel- iluvial).	Weymouthskiefer, Walnußbäume, Bergkiefer, Zirbelkiefer, Haselnuß, Weißbirke.

